

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Mecànica

**DISSENY DEL SUPORT D'UN SEIENT AUTO INCLINAT
LATERALMENT**



Memòria i Annexos

Plànols

Autor: Jordi Molina Mercadé
Director: Domingo Santos Espada
Convocatòria: Maig-Juny 2019

Resum

En el món agrícola hi ha un constant desenvolupament per la millora dels mecanismes i processos utilitzats, en aquest projecte es busca la rellevància d'aquest fenomen.

L'objecte d'aquest treball tracta de dissenyar un seient capaç de millorar l'ergonomia i la postura que adopta l'ocupant del vehicle en la seva posició de treball, per així reduir la presència de dolors en la zona lumbar al estar treballant amb una mala postura durant un període de temps elevat.

Aquest treball s'enfoca principalment en l'estudi mecànic i desenvolupament d'un seient/suport capaç de corregir la inclinació lateral produïda per el desnivell del terreny. En un primer lloc, es realitza un primer disseny amb el software Solidworks, i posteriorment un anàlisi de les peces més conflictives amb el Ansys, per així comprovar que els elements resisteixen les sol·licitacions proposades. Un cop ja estigui el primer disseny validat, s'estudien possibles millores per tal de reduir el pes total del mecanisme.

Finalment es fa un estudi de l'impacte ambiental que generarà el mecanisme, ja que avui dia el problema de la sostenibilitat és de vital importància. En aquest anàlisi es poden observar els factors que generen una major petjada ecològica en el desenvolupament de la màquina.

Resumen

En el sector agrícola hay un constante desarrollo por la mejor de los mecanismos y procesos utilizados, en este proyecto se busca la importancia de este fenómeno.

El objeto de este trabajo trata del diseño de un asiento capaz de mejorar la ergonomía i postura que adopta el ocupante del vehículo agrícola en su posición de trabajo, para así reducir la presencia de dolores en la zona lumbar al estar con una mala postura durante un periodo de tiempo elevado.

Este trabajo se enfoca principalmente en el estudio mecánico i desarrollo de un asiento/soporte capaz de corregir la inclinación lateral producida por el desnivel del terreno. En primer lugar, se realiza un diseño con el software Solidworks, i posteriormente un análisis de las piezas más conflictivas con el Ansys, para así comprobar que los elementos resisten a las solicitaciones propuestas. Una vez validado el primer diseño, se analizan las posibles mejoras para reducir el peso total del mecanismo.

Finalmente se hace un estudio sobre el impacto ambiental que generara el mecanismo, ya que hoy en día el problema de la sostenibilidad es de vital importancia. En este análisis se pueden observar los factores que generan una mayor huella ecológica en el desarrollo de la máquina.

Abstract

Nowadays, in the agricultural world there is a constant development for the improvement of the mechanisms and processes used. In this project we search the importance of this phenomenon.

The purpose of this work it's to design a seat capable to improve the ergonomics and the stance taken by the occupant in its work position, in order to reduce the presence of pain in the lumbar area while the driver it's working for a long period of time.

This work is focused in the mechanical study and the development of a seat/support capable to correct the lateral inclination produced by the terrain. First of all, it's done a design with the Solidworks software, and later an analysis with the most conflictive parts with Ansys, to verify the resistance of the elements to the forces proposed. Once the first validated design is complete, possible improvements are studied to reduce the total weight of the mechanism.

Finally, it's made a study of the environmental impact that will generate by the mechanism, because of nowadays the sustainability problem is of vital importance. In this analysis it's possible to observe the principal factors that make a bigger ecological footprint in the development of the machine.

Agraïments

Al director del treball Domingo Santos Espada, per estar sempre disposat a realitzar qualsevol consulta, i per guiar-me al llarg del desenvolupament del projecte.

Als meus pares i el meu germà per aquestes últimes setmanes de feina donant-me una empenta per seguir endavant en el desenvolupament d'aquest treball.

Índex

RESUM	I
RESUMEN	II
ABSTRACT	III
AGRAÏMENTS	IV
1. PREFACI	1
1.2. Origen del treball	1
1.3. Motivació	1
1.4. Requeriments previs	2
2. INTRODUCCIÓ	3
2.1. Objectius del treball	3
2.2. Abast del treball	3
2.2.1. Descripció de la problemàtica científicotècnica a resoldre	3
3. ESTUDI DE LA INCLINACIÓ	5
3.1. Factors influents en la màxima inclinació.....	5
3.2. Càlcul de la màxima inclinació lateral.....	6
3.3. Càlcul de la màxima inclinació transversal	8
4. DISSENY SEIENT	10
4.1. Càlcul suspensió per molla.....	11
4.2. Anàlisi estructural.....	15
4.2.1. Part inferior seient.....	16
De tal manera que s'ha procedit a fer un disseny simplificat, per tal de poder simular les forces en el seient i tindre una aproximació dels resultats.	20
4.2.2. Barra d'unió	22
4.2.3. Unió inferior posterior.....	26
5. DISSENY SUPORT	30
5.1. Desenvolupament suport	30
5.1.1. Disseny inicial.....	30
5.1.2. Segon disseny	33
5.1.3. Disseny final inclinació en les dues direccions	43

5.1.4.	Disseny final per la inclinació lateral.....	57
6.	DISSENY DEL SISTEMA ELÈCTRIC	62
7.	ESTUDI DE LA MILLORA D'ERGONOMIA EN EL CONDUCTOR.....	67
8.	ANÀLISI DE L'IMPACTE AMBIENTAL	69
8.1.	Seient	70
8.1.1.	Anàlisi general.....	70
8.1.2.	Anàlisi de la energia consumida	71
8.1.3.	Anàlisi de la petjada ecològica.....	79
8.2.	Suport.....	87
8.2.1.	Anàlisi general.....	87
8.2.2.	Anàlisi de la energia consumida	88
8.2.3.	Anàlisi de la petjada ecològica.....	96
	CONCLUSIONS	105
	PRESSUPOST	106
	BIBLIOGRAFIA	107
	ANNEX A	109
A1.	Rosca de potència NOSEN	109
A2.	Motor pas a pas Sanyo Denki.....	111
A3.	Certificat de Conformitat RoHs per al motor pas a pas.....	113
A4.	Controlador motor pas a pas GeckoDrive	115
A5.	Certificat Conformitat RoHs per el controlador	116
A6.	Molla matriceria mitja.....	118
A7.	Molla matriceria lleugera	119

1. Prefaci

1.2. Origen del treball

Es podria situar el origen del treball en un problema que va exposar un treballador del món agrícola, el qual passava una gran quantitat d'hores treballant a sobre de maquinaria agrícola i com a conseqüència d'aquest fet se li derivava a un malestar i dolor en la zona inferior de l'esquena provocat per la falta d'ergonomia en el seient.

El problema és que en els terrenys irregulars i en algunes de les feines que es duen a terme amb aquesta maquinaria, compromet que es duguin a terme les tasques amb una certa inclinació, i genera una posició incòmode de treball, de la qual pot derivar un gran dolor d'esquena si s'està un temps prolongat.

Part d'aquest problema es podria reduir si s'utilitzés un tipus diferent de seients els quals impedissin el moviment lateral del conductor, així com ho fan els vehicles de competició amb els seients anomenats bakets. Tot i això, no és una solució optima ja que perjudicaria la comoditat del conductor, i tal i com s'ha dit anteriorment, s'ha de buscar una solució que millori la comoditat i la ergonomia del conductor durant la experiència de conducció.

1.3. Motivació

La motivació principal per encarar aquest tema per el projecte, es que l'alumne procedeix d'un poble del Baix Penedés, del qual el motor econòmic es l'agricultura, principalment la viticultura, a més a més, des de petit ha estat vinculat en aquest ambient, i ha pogut experimentar de primera mà el problema el qual es vol resoldre en el desenvolupament d'aquest treball. Per tant, vol posar el seu granet de sorra per tal d'intentar millorar el ambient de treball en una feina que de per si, té una gran càrrega i desgast sobre el treballador.

1.4. Requeriments previs

Inicialment s'ha de trobar quin es el motiu per el qual es genera el problema en l'esquena del treballador, en aquest cas es produeix en el moment on el vehicle adopta una posició de inclinació lateral, això fa que el treballador hagi de genera una força en la direcció contraria a la inclinació per tal de mantenir-se en el seient, com es pot veure en el apartat 7, de tal manera que es dissenyarà un suport amb la capacitat de determinar i corregir la inclinació lateral.

També s'ha observat que aquest fenomen es produeix al llarg de períodes determinats, depenent del tipus de terreny o feina que s'estigui fent, per tant s'haurà de dissenyar un suport capaç de determinar en quin moment actuar. Aquest condicionant s'ha de tindre en compte ja que durant la conducció per carretera si hi ha qualsevol imprevist, com podria ser un sotrac o forat, el seient no corregeixi la decantació lateral, pel fet de que podria dificultar la conducció del usuari.

2. Introducció

2.1. Objectius del treball

L'objectiu en el desenvolupament d'aquest projecte es poder aplicar els coneixements adquirits durant els estudis cursats en el grau d'enginyeria mecànica a la UPC, per poder dissenyar un suport/seient capaç de regular la inclinació lateral d'un vehicle agrícola i/o maquinaria pesada a l'hora de dur a terme certes tasques.

Aquest projecte pretén desenvolupar tant el suport mecànic com el sistema de control per poder tindre tot el sistema automatitzat, i així millorar l'ergonomia que el treballador pugui obtenir a l'hora de realitzar la seva feina, i en conseqüència disminuir la càrrega aplicada a la zona lumbar.

En un primer instant només es té en compte la inclinació lateral, ja que és la que té un major efecte en el moment de treball, i genera el dolor muscular. Tot i això, per sol·licitud del director del projecte el suport del seient també haurà de tindre en compte la inclinació que dugui el vehicle en una pujada o baixada. Així doncs, el seient ha de ser capaç d'inclinar-se en qualsevol direcció, de tal manera que la dificultat en el disseny mecànic augmenta.

2.2. Abast del treball

2.2.1. Descripció de la problemàtica científicotècnica a resoldre

El problema a l'hora del desenvolupament del projecte és que s'ha d'integrar un sistema capaç de determinar la inclinació lateral/frontal a la que està sotmès el vehicle, i conseqüentment inclinar el seient en la direcció contrària, per tal de mantindre la postura del tronc del treballador recta.

Per tal de poder resoldre aquesta problemàtica se'n deriven diversos punts a desenvolupar i resoldre:

• Disseny CAD del suport i seient

Com que s'ha de fer un disseny nou del suport, utilitzarem el programari CAD proporcionat des del centre, per tal de poder fer el disseny, i posteriorment poder validar les sol·licitacions que se li apliquin, disminuir els costos i materials utilitzats.

• Disseny del sistema elèctric automàtic

Per a poder fer el control automàtic de la inclinació del seients s'haurà de dissenyar un circuit elèctric capaç de detectar el nivell de decantació que té el vehicle, i d'activar-se en el instant necessari per així poder corregir la posició del conductor.

• Estudi de l'impacte mediambiental

Per tal de poder fer l'anàlisi sobre el impacte mediambiental, s'ha fet ús del software CES EDUPACK, utilitzat en una assignatura optativa del centre sobre la selecció de materials i l'ecodisseny.

• Estudi d'ergonomia

Com s'ha exposat anteriorment, el que pretén el disseny d'aquest nou mecanisme, és la millora de la ergonomia del conductor en el moment d'inclinació del vehicle, per tant s'haurà de veure si realment pot arribar a millorar les condicions de treball.

Per la inclinació lateral es volen obtindre un resultats satisfactoris, per a poder eliminar o reduir el dolor i/o molèsties en la esquena.

Per la inclinació frontal o transversal, si s'aconsegueix arribar a l'objectiu d'anivellar el seient, potser es veu repercutit en reduir la visibilitat del conductor a l'hora de la conducció.

3. Estudi de la inclinació

3.1. Factors influents en la màxima inclinació

Per tal de poder validar el disseny del seient, s'ha determinat la inclinació màxima, ja que els tractors són unes màquines molt susceptibles a abocar-se, per tant s'han de trobar els factors que participen en aquesta situació.

En primer lloc, els tractors són unes màquines on el centre de gravetat es troba situat en una posició relativament elevada respecte al terra, si es compara amb altres tipus de vehicles, i per tant, tenen més facilitat a l'hora de trobar-se en una situació perillosa de bolcada.

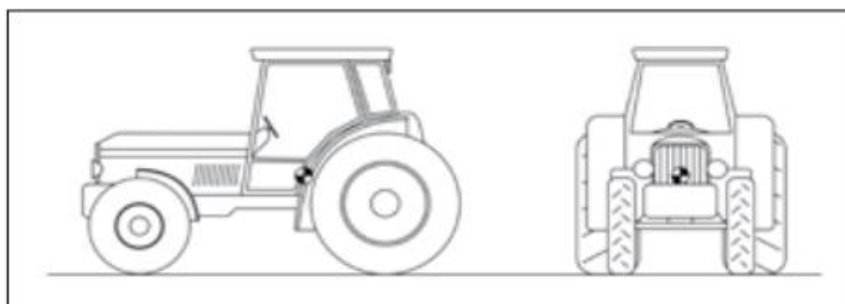


Figura 3.1. Centre de gravetat (Font: INSHT)

A més a més, un altre factor que també està en joc en la estabilitat del tractor, ve relacionat amb la distància entre eixos i l'amplada de la via utilitzada, conseqüentment els tractors estrets tenen un factor més elevat de risc de bolcada.

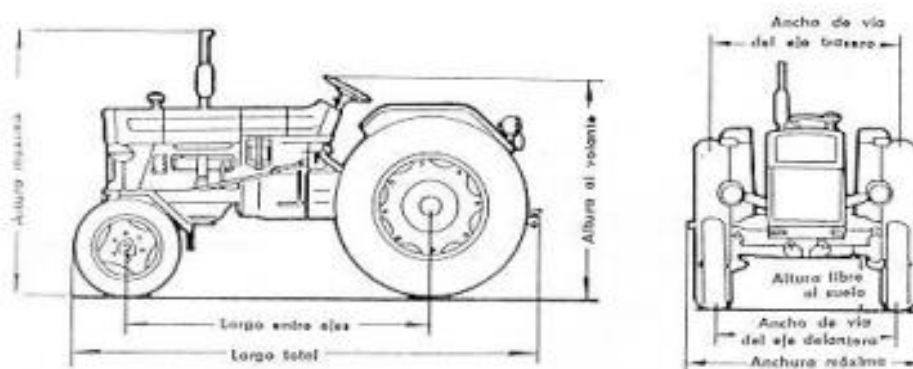


Figura 3.2. Esquema de tractor agrícola de rodes (Font: INSHT)

3.2. Càlcul de la màxima inclinació lateral

No tots els vehicles agrícoles disposen de les mateixes dimensions, per tant els valors de la màxima pendent que poden afrontar per bolcada lateral seran diferents. De tal manera que per poder dur a terme el estudi en aquest projecte s'ha disposat d'un model a escala real, es tracta d'un MASSEY FERGUSON 267.

Els factors que influeixen en la bolcada lateral són l'amplada de via, és a dir, la distància que hi ha entre les rodes posteriors, ja que tenen una amplada un pèl superior a les anteriors, i l'altura a la que es troba el centre de gravetat del vehicle. En el cas estudiat en aquest projecte, els valors que adopten aquestes variables són els següents:

- Amplada(S): 115 cm.
- Altura CG(H): aproximadament uns 60cm.

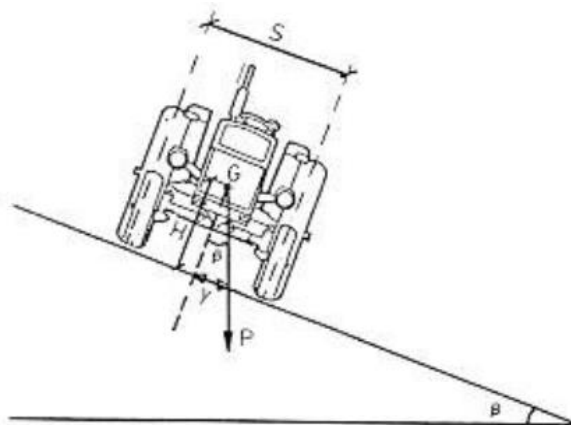


Figura 3.3. Bolcada lateral (Font: INSHT)

El màxim angle de la pendent que pot resistir el vehicle sense abocar-se, ve donat per les següents expressions:

$$\tan \beta = \frac{Y}{H} \rightarrow Y = H \cdot \tan \beta \quad (\text{Eq. 3.1})$$

On la bolcada es produeix quan:

$$Y \geq \frac{S}{2} \quad (\text{Eq. 3.2})$$

A continuació es treballen les expressions anteriors per tal de poder obtenir un valor real de l'angle màxim al qual pot arribar el vehicle sense arribar a abocar en un terreny regular e inclinat:

$$Y \geq \frac{S}{2} \geq \frac{115}{2} \geq 57.5 \quad (\text{Eq. 3.3})$$

Si aquest valor que s'ha obtingut a partir de la substitució de valors en la Eq. 3.2, el posem en la Eq. 3.1., s'obté el valor que ens interessa de la següent manera;

$$57.5 = 60 \cdot \tan \beta \quad (\text{Eq. 3.4})$$

$$\beta = \arctan \frac{57.5}{60} = 43.78^\circ \quad (\text{Eq. 3.5})$$

En un primer instant, es pensa que aquest valor és un pèl elevat al tractar-se de quasi bé 45°, una de les raons és que no es té en compte les irregularitats del terreny, com podrien ser roques, o el terreny fangós i/o dèbil. Per tindre en compte aquestes irregularitats, s'aplicarà un factor de seguretat de 1.5, de tal manera que el nou valor màxim de inclinació al que s'espera que pot arribar el vehicle és de 29.2°.

3.3. Càlcul de la màxima inclinació transversal

Tal i com s'exposa al inici del projecte, aquest tenia com a funció principal només fer l'estudi en el moment de inclinació lateral, tot i això per tal de dissenyar un suport més complert, s'estudiarà la inclinació màxima que pot adoptar el vehicle abans d'arribar a abocar-se enrere. Les equacions per tal de trobar aquest valor s'han obtingut del mateix document que anteriorment en la inclinació lateral, és a dir, de les notes de prevenció de treball amb vehicles agrícoles. En aquest cas s'utilitzen les mesures del mateix vehicle que en el anterior estudi.

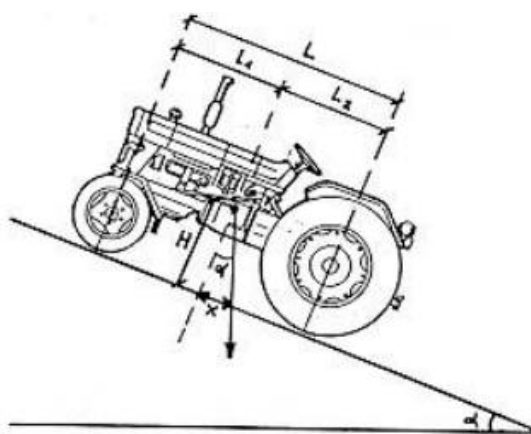


Figura 3.4. Bolcada enrere (Font: INSHT)

En la bolcada cap a darrere, els factors que entren en joc per tal de determinar el màxim pendent al qual es pot aspirar al ascendir són: l'altura del centre de gravetat del vehicle (el mateix valor que s'ha obtingut en el punt 3.2.) i la distància des de aquest fins al punt de contacte total de la roda posterior amb la via.

·Altura CG(H): 60 cm.

·Llargada CG-roda (L_2): aproximadament 120 cm.

Les expressions que determinen el màxim angle de circulació d'aquest model de tractor són les següents:

$$\tan \alpha = \frac{X}{H} \rightarrow X = H \cdot \tan \alpha \quad (\text{Eq. 3.6})$$

On la bolcada es produeix en el instant en que:

$$X \geq L_2 \quad (\text{Eq. 3.7})$$

I en conseqüència si es treballen les dues equacions, s'arriba a determinar l'expressió final que s'exposa a continuació:

$$\alpha \geq \arctan \frac{L_2}{H} \quad (\text{Eq. 3.8})$$

Si es substitueixen els valors que s'han mesurat amb anterioritat, s'obtindrà el valor de l'angle màxim al que es pot circular amb aquest model de tractor, de la següent manera:

$$\alpha \geq \arctan \frac{120}{60} \geq 63.43^\circ \quad (\text{Eq. 3.9})$$

Tal i com ja s'ha observat en el punt 3.2 del càlcul de la màxima inclinació lateral, s'obté un valor inicial de màxim pendent que pot semblar bastant elevat, en aquest cas es de 64° , tot i que també se li aplicarà un factor de seguretat, ja que les vies per les quals circulen aquest tipus de vehicles són irregulars, de tal manera que el nou valor que obtenim de màxima inclinació transversal que pot ascendir el vehicle és de 43° , aplicant com a factor de seguretat un valor de 1.5.

4. Disseny seient

Per el disseny del seient s'han agafat els següents plànols com a model simplificat, i a partir d'aquests s'ha redissenyat el seient que s'utilitza en aquests projecte.

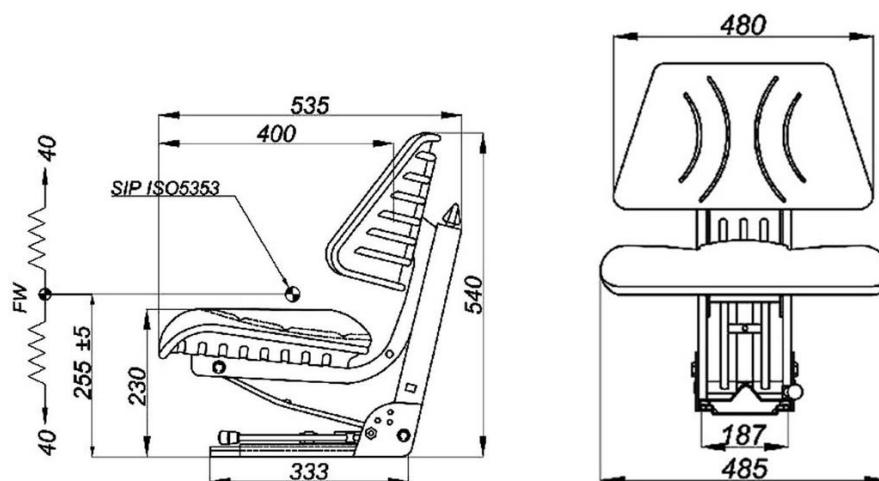


Figura 4.1. Disseny base del seient (Font: Agriqo)

Com es pot observar es tracta d'un seient senzill amb un sistema de suspensió mecànica, el qual es troba situat en la part posterior, en aquest cas la suspensió és fa mitjançant una molla.

El seient del projecte ha estat dissenyat a partir de l'anterior, utilitzant el programari Solidworks, i s'han tingut en compte les sol·licitacions en els elements més crítics amb el software Ansys.

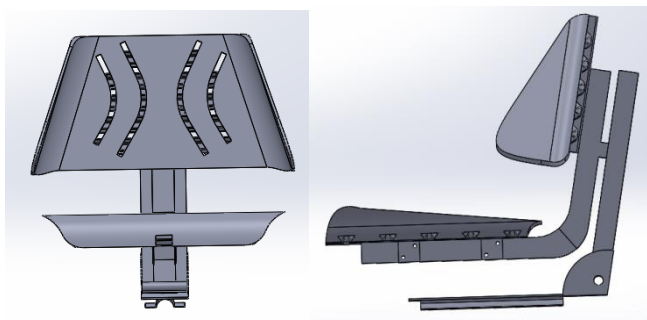


Figura 4.2. Disseny del seient (Font: Pròpia)

La part del seient que està en contacte amb el conductor està fabricada d'espuma flexible de polímer de molt baixa densitat. La qual ens aporta una certa rigidesa i major resistència que la espuma original.

Per el càlcul dels esforços en la molla i en l'anàlisi estructural s'ha tingut en compte que el pes mitjà de la població espanyola masculina major de 18 anys és de 77.5kg (s'ha escollit aquest sector de la població ja que la majoria de treballadors en el sector agrícola es masculí i al haver de portar un vehicle l'edat permissiva és a partir dels 18 anys), tot i que hem posat un valor de 150 kg, per tal de tindre en compte el pes més crític en el que es pot trobar el nostre seient i, així, obtindré la tensió més crítica.

4.1. Càlcul suspensió per molla

El disseny consta de dues molles diferents, les quals redueixen l'impacte que rep el conductor produït per les irregularitats de la via pública o del terrenys per els quals circula. En la següent imatge es pot observar on van les molles situades.

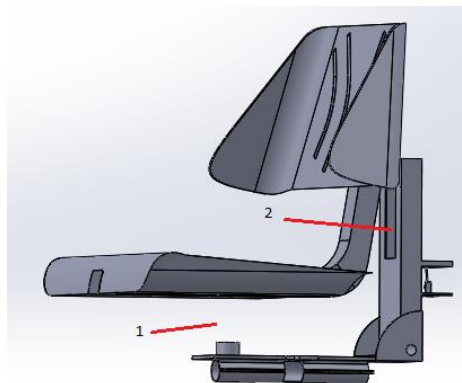


Figura 4.3. Distribució molles (Font: Pròpia)

La número 1 és la molla principal, la qual rep la major part del pes i la dos és la de suport.

Per tal de calcular la força que rep cada molla es simplifica la barra d'unió de la figura 4.19, a una biga i és calcula mitjançant el Beam Simulator.

La distribució de forces i reaccions és la següent:

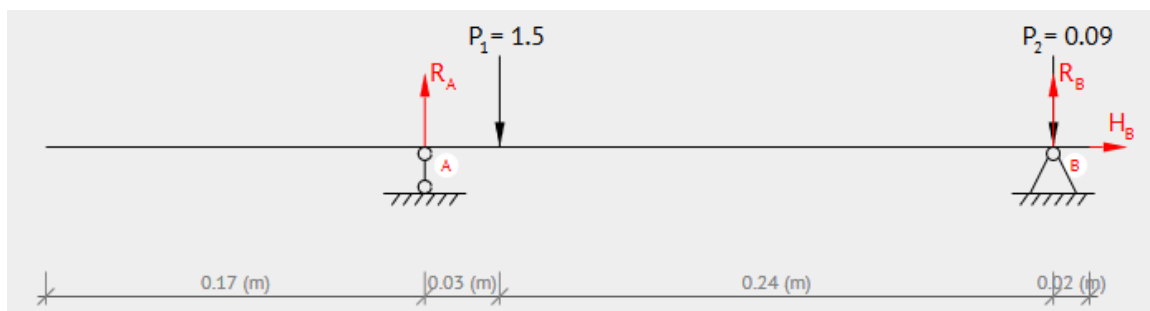


Figura 4.4. Distribució molles (Font: BeamGuru)

Els resultats que ha proporcionat aquesta calculadora online per les reaccions són de $R_A=1.32$ KN i $R_B=0.27$ KN. Aquestes reaccions són per el cas més crític, és a dir quan hi ha un conductor amb un pes de 150 Kg.

Per tal de determinar les molles que s'utilitzaran s'ha trobat una web que permet modificar els paràmetres de les dimensions que es desitgi i mostra un catàleg amb les molles que s'adapten al que es busca.

Les dimensions plantejades per la primera molla són les següents:

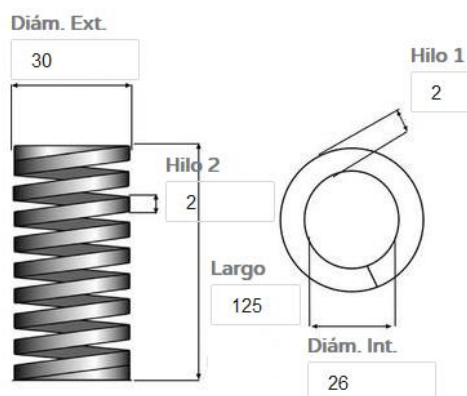


Figura 4.5. Mesures inicials molla 1 (Font: MuelleStock)

Ha donat diferents opcions de molles que s'adapten bastant a les sol·licituds del projecte, però s'ha optat per la següent:

Diám. Ext.	Hilo 1	Hilo 2	Largo	Diám. Int.	k (DaN/mm)	Carga	Largo	Carga	Largo	Carga	Largo	Carga	Largo	Código del prod.	Ver Plano	Cantidad	Precio Ud / Precio Total	Plazo	
32.00	6.80	4.00	127	16.00	44.8000	853.440	107.95	1422.40	95.25	1991.36	82.55	2652.00	67.80	700260		1	5.74 € 5.74 €		

Taula 4.1. Molla proposada 1 (Font: MuelleStock)

Es tracta d'una molla de matriceria intermèdia amb les següents dimensions:

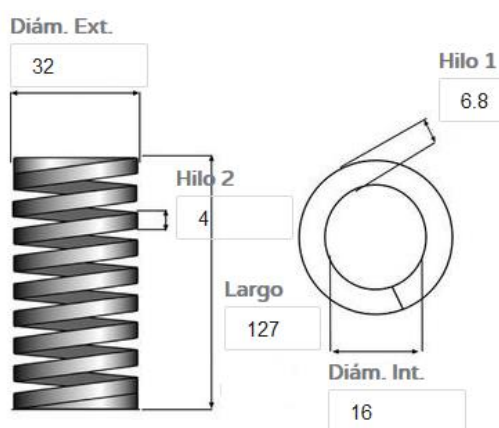


Figura 4.6. Molla 1 (Font: MuelleStock)

En l'altre molla al tenir una reacció menor s'ha plantejat una molla més petita:

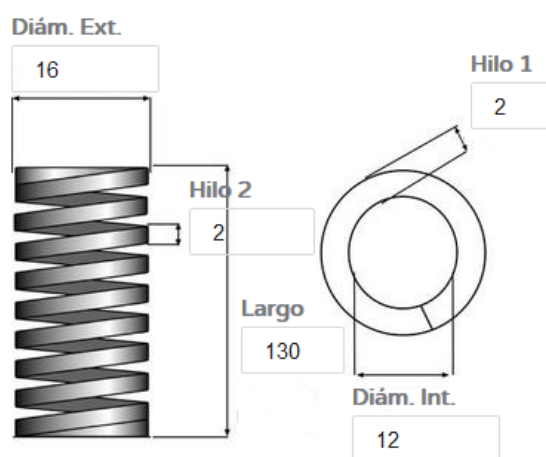


Figura 4.7. Mesures inicials molla 2 (Font: MuelleStock)

La opció més similar és una molla de matriceria lleugera amb les següent dimensions.

Diám. Ext.	Hilo 1	Hilo 2	Largo	Diám. Int.	k (DaN/mm)	Carga	Largo	Carga	Largo	Carga	Largo	Carga	Largo	Código del prod.	Ver Plano	Cantidad	Precio Ud / Precio Total	Plazo	
20.00	4.00	2.10	127	10.00	9.5000	180.975	107.95	301.63	95.25	422.28	82.55	617.00	62.05	700127	Q	1	2.66 € 2.66 €		

Taula 4.2. Molla proposada 2 (Font: MuelleStock)

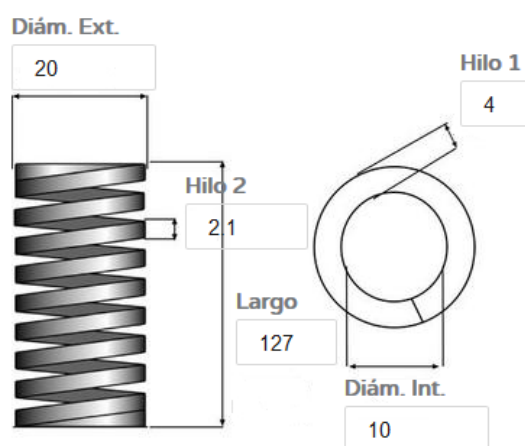


Figura 4.8. Molla 2 (Font: MuelleStock)

4.2. Anàlisi estructural

A continuació es procedeix a fer l'anàlisi dels elements estructurals més crítics de la part del seient.

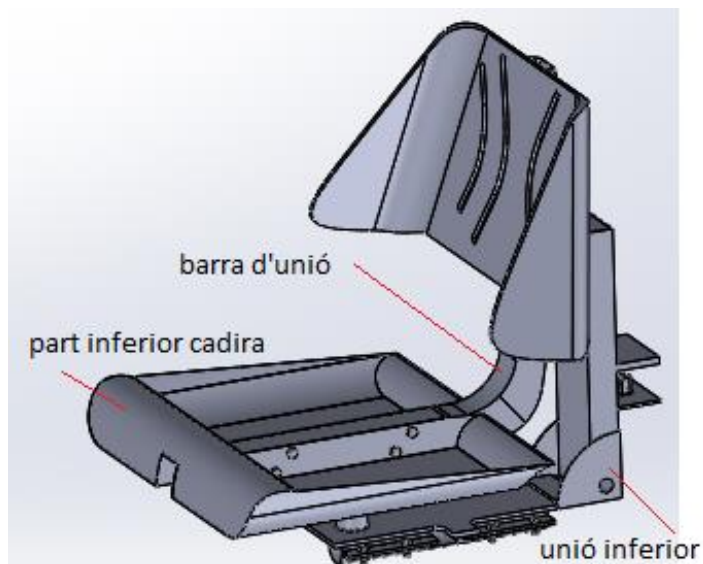


Figura 4.9. Disseny del seient (Font: Pròpia)

Com s'observa en la imatge anterior, els elements que s'analitzen són els següents:

- Part inferior del seient
- Barra d'unió
- Unió inferior

Per tal de poder fer un anàlisi estructural adequat, s'han de determinar els materials de cada element, tal i com s'exposa en el apartat 5.1.3.

4.2.1. Part inferior seient

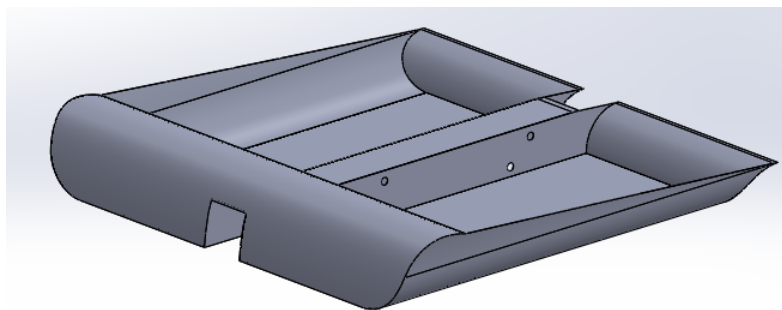


Figura 4.10. Part inferior seient (Font: Pròpia)

Per a poder fer un bon anàlisi estructural de cada element, s'ha de seleccionar el material més idoni per a cada sol·licitud.

En la figura anterior s'observa la part inferior del seient, és a dir on el conductor va situat.

Aquest element treballa a flexió, per tant s'introdueixen els índexs de prestacions de la Fig.5.22 al software CES EDUPACK.

Com a primer requeriment, es vol obtenir un cert grau de rigidesa amb el menor cost possible, per tant en la primera selecció s'introdueix el índex de prestació següent:

$$Cost \downarrow = \frac{Cr \cdot \rho}{\sqrt{E}} \downarrow = \frac{\sqrt{E}}{Cr \cdot \rho} \uparrow \quad (\text{Eq. 4.1})$$

Aquest analitza el mòdul de Young, la densitat i el cost per unitat de volum de tots els materials entrats a la base de dades del programa, per tal de representar-los gràficament.

S'obté el següent mapa de propietats:

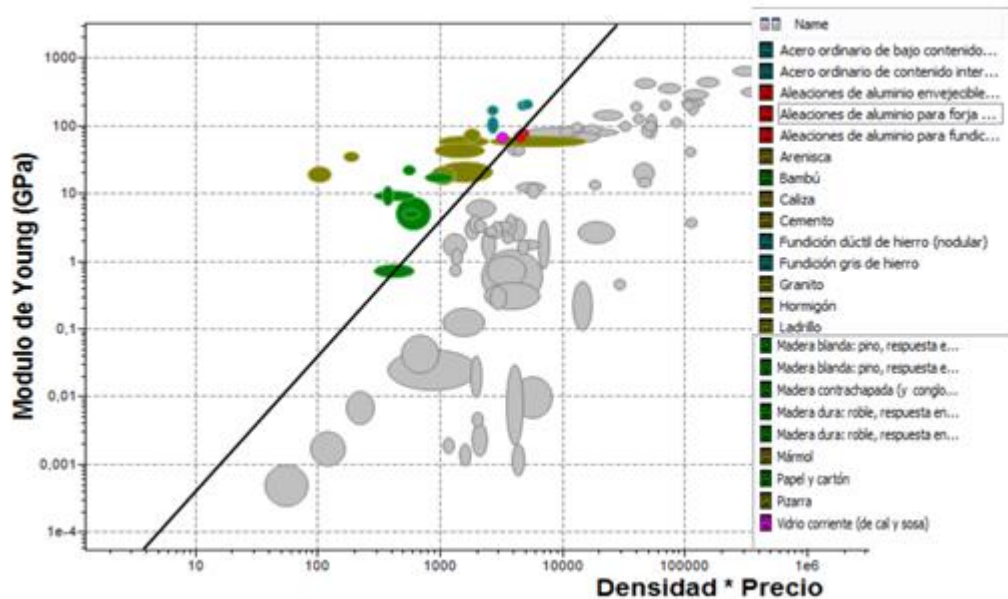


Figura 4.11. Diagrama de Ashby contemplat la rigidesa (Font: Pròpia)

El pendent de la recta és de valor 2, està exposat com es calcula en la Eq.5.10.

Com es pot observar en la llegenda de la imatge anterior, encara hi ha una gran quantitat de materials òptims per el disseny, per tant es fa una segona selecció on es maximitza la resistència dels materials amb el menor cost possible.

$$Cost \downarrow = \frac{Cr \cdot \rho}{\sqrt[3]{\sigma_y^2}} \downarrow = \frac{\sqrt[3]{\sigma_y^2}}{Cr \cdot \rho} \uparrow \quad (\text{Eq. 4.2})$$

En aquest cas es comparen els valors de la densitat, el cost econòmic per unitat de volum i el límit elàstic dels materials.

En aquest segon cas el pendent que s'utilitza és de 1.5, i quedà la següent distribució de materials:

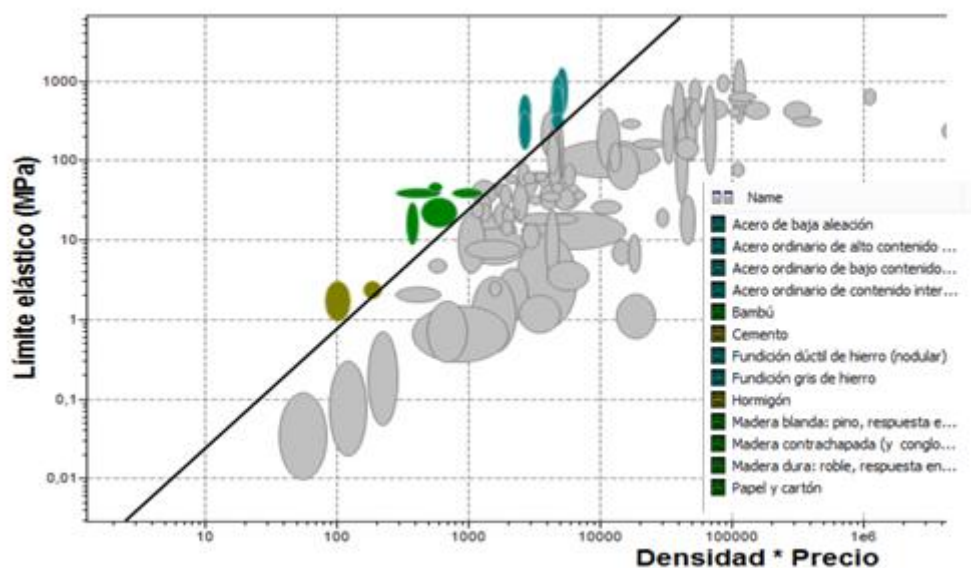


Figura 4.12. Diagrama de Ashby contemplant la resistència (Font: Pròpia)

Com s'observa en la figura anterior, s'ha reduït el nombre de materials possibles per el disseny de la part inferior del seient, tot i que encara no hi ha un candidat sòlid.

En la tercera part de la selecció s'ha optat per comparar la soldabilitat i mecanització dels materials, ja que l'element a fabricar no és senzill.

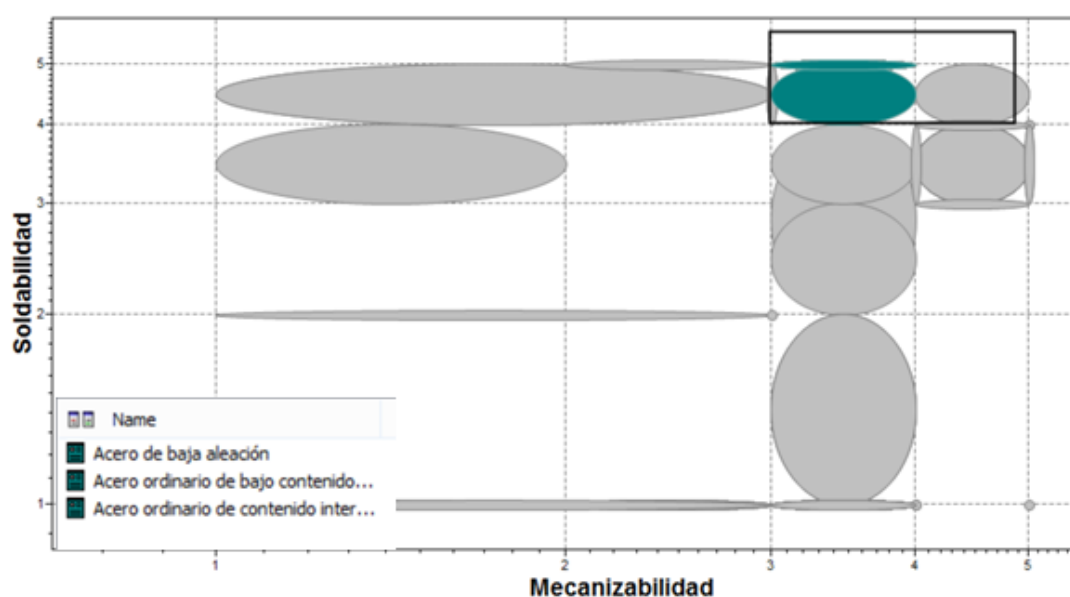


Figura 4.13. Diagrama de Ashby (Font: Pròpia)

Com es pot observar, en aquest cas no hi ha una recta amb pendent, ja que es busca maximitzar ambdues propietats, per tant es selecciona el cantó dret més superior i s'observa que s'ha reduït el marge de materials a tres.

Com que l'objectiu és reduir el costos, i els materials tenen quasi les mateixes propietats, es comparen entre si per saber amb quin es pot reduir el pressupost final.

Els costos de la següent taula estan relacionats amb els preus que proporciona el mateix programa informàtic, és a dir poden variar amb el pressupost final.

Material	Kg/m ³	EUR/kg	EUR/m ³
Acer de baix aliatge	7900	0.694	5482.6
Acer ordinari de baix contingut en carboni	7900	0.651	5142.9
Acer ordinari amb contingut intermedi de carboni	7900	0.651	5142.9

Taula 4.3. Comparativa de preus (Font: Pròpia)

Com s'observa en la taula anterior els preus no varien gaire d'un material a un altre, tot i això es selecciona l'acer de baix contingut en carboni, ja que es el més barat, però també el més senzill de manipular i laminar en xapa.

Si al fer l'anàlisi estructural el seient no aguanta es canviarà el material per l'acer de baix aliatge, ja que és el que té millors propietats mecàniques.

Un cop ja es té el material seleccionat es procedeix a l'anàlisi estructural.

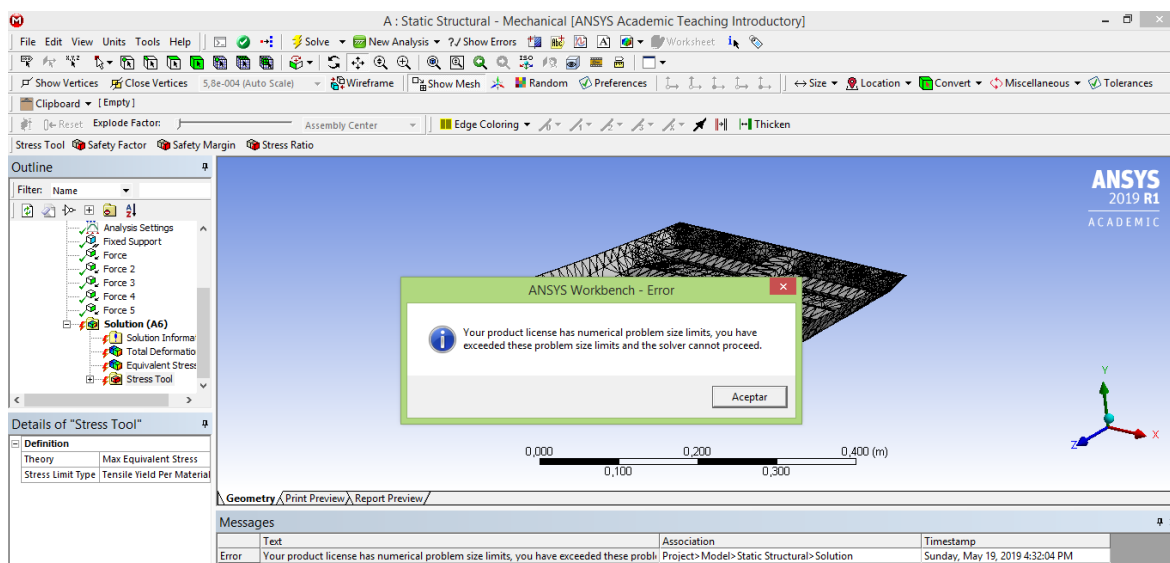


Figura 4.14. Error ANSYS (Font: Pròpia)

Quan s'ha procedit a fer el anàlisi de la part inferior del seient amb la versió estudiantil del programa ha sorgit un error, el qual diu que la llicència té un límit de tamany d'operació, i en el estudi d'aquest element s'ha superat, derivat de la complicació de les superfícies.

De tal manera que s'ha procedit a fer un disseny simplificat, per tal de poder simular les forces en el seient i tindre una aproximació dels resultats.

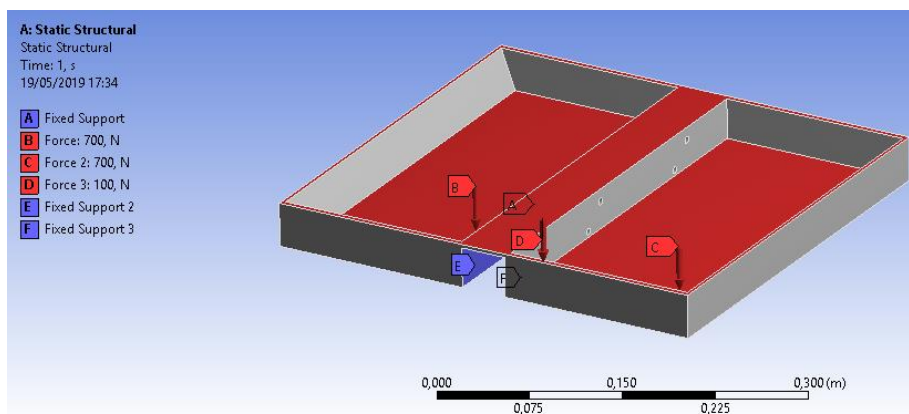


Figura 4.15. Forces i suports (Font: Pròpia)

El seient simplificat està suportant una força de 700 N (B i C) a cada costat de la biga central, ja que són els punts de contacte del conductor amb la cadira, tot i això també hi ha introduïda una força de 100 N sobre la mateixa biga(D). El conjunt està fixat en la part inferior central (suports A,E i F).

L'anàlisi estructural s'ha fet estudiant la deformació total, la tensió de Von-Misses (Eq.5.1) i el factor de seguretat de l'element.

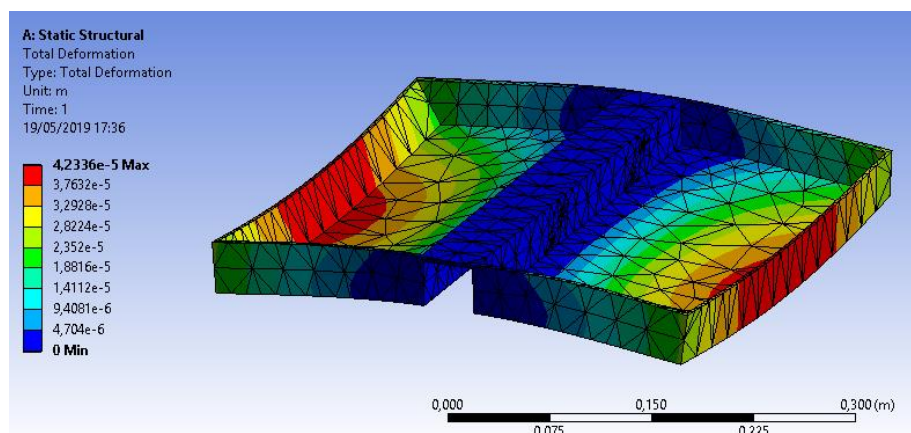


Figura 4.16. Deformació total (Font: Pròpia)

Un cop fet l'anàlisi del element, s'observa que la deformació és mínima, ja que en el punt on hi ha la màxima deformació aquesta adopta el valor de 4.23E-05 m.

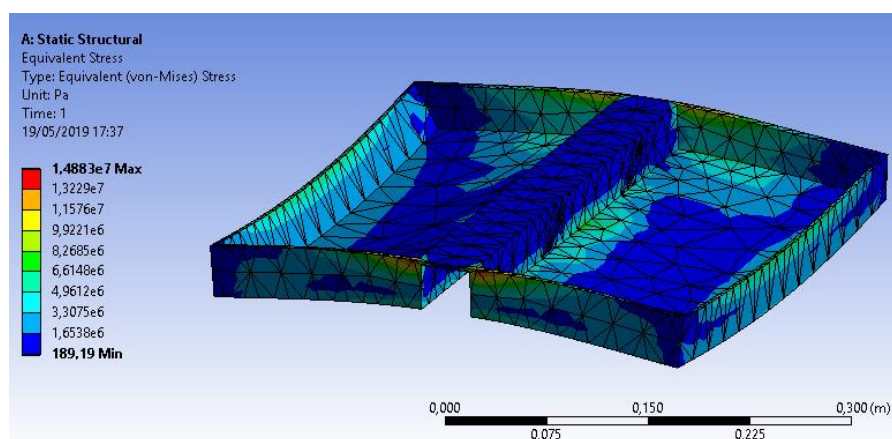


Figura 4.17. Tensió de Von-Misses (Font: Pròpia)

De la mateixa manera es troba que la tensió de Von-Misses és constant en quasi tot l'element, tot i que s'ha de tindre en compte les zones en vermell que són concentradores de tensions.

Tot i això, si s'observa la imatge següent s'observa que la peça aguanta el pes d'una persona perfectament, ja que el factor de seguretat és el màxim en tot el seient.

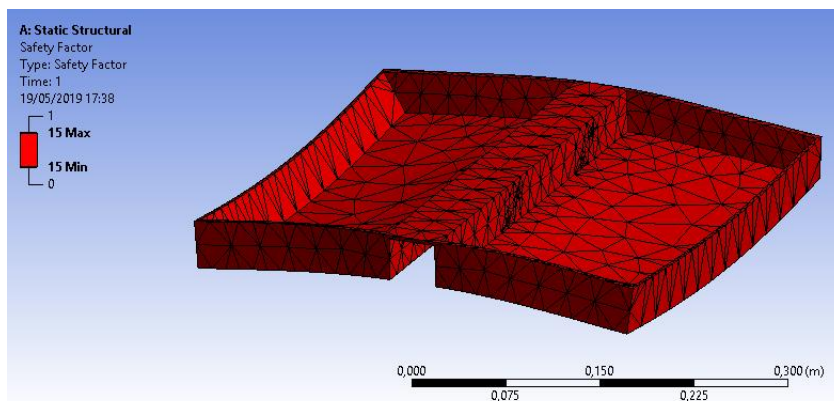


Figura 4.18. Factor de seguretat (Font: Pròpia)

Per tant, es considera que el seient sense simplificar també és capaç d'aguantar les sol·licitacions, ja que està més reforçat que aquest model reduït.

4.2.2. Barra d'unió

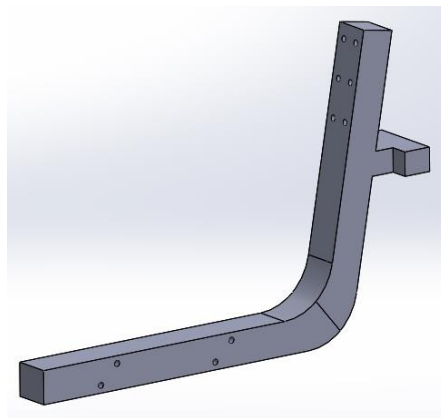


Figura 4.19. Barra d'unió (Font: Pròpia)

En aquest cas s'opta per el mateix material que el de la part inferior del seient, és a dir el acer amb baix contingut en carboni, ja que la peça també treballa a flexió.

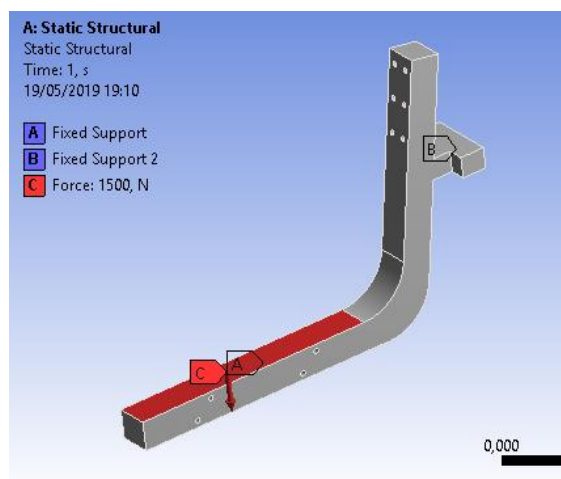


Figura 4.20. Forces i suports (Font: Pròpia)

En la imatge anterior està representada la força que exerceix el conductor del vehicle, d'un valor de 1500 N (C). A més a més s'observen els dos suports (A i B), en aquests estan situades les dues molles que tenen el control de la suspensió mecànica del seient, per tal de donar més comoditat al conductor.

A continuació es procedeix a fer l'anàlisi estructural del element.

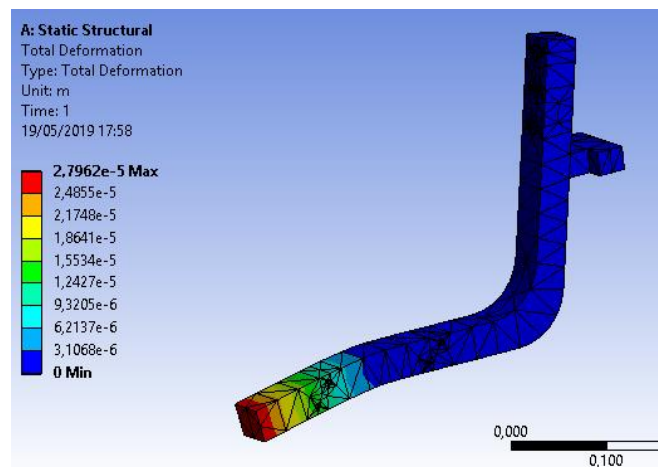


Figura 4.21. Deformació total (Font: Pròpia)

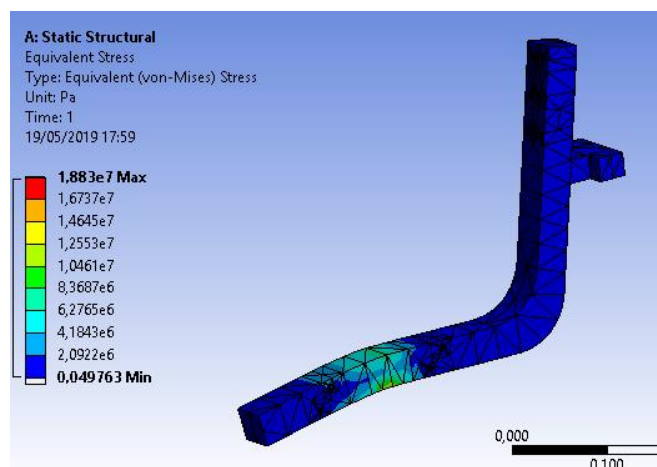


Figura 4.22. Tensió de Von-Misses (Font: Pròpia)

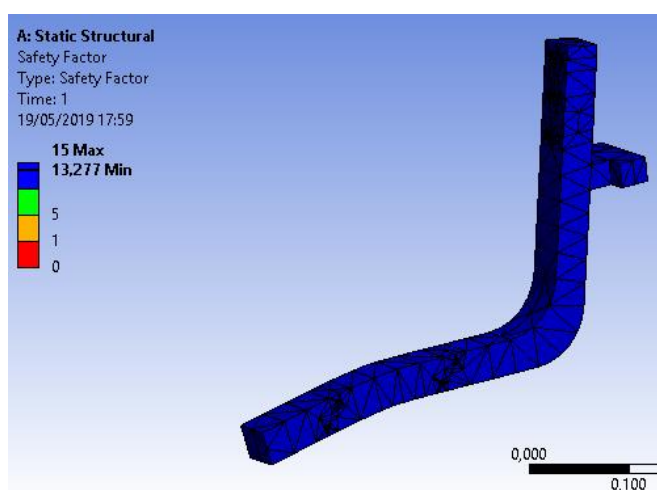


Figura 4.23. Factor de seguretat (Font: Pròpia)

Un cop realitzat l'anàlisi de l'estructura de la barra d'unió del seient, s'observa en els resultats que aguanta perfectament les càrregues a les que està sotmesa, tal i com ho indica el factor de seguretat

La deformació total és concentra en la punta, i té un valor de $2.7E-0.5$ m.

Si s'analitza la figura 4.22, es pot observar que les concentracions de Von-Misses estan disposades en un punt molt concret de l'estructura, precisament entre els forats d'unió que subjecten la part inferior del seient amb la barra.

El pes d'aquesta barra és molt elevat i es redueix modificant el perfil, així doncs es torna a fer l'anàlisi de l'estructura amb el perfil modificat.

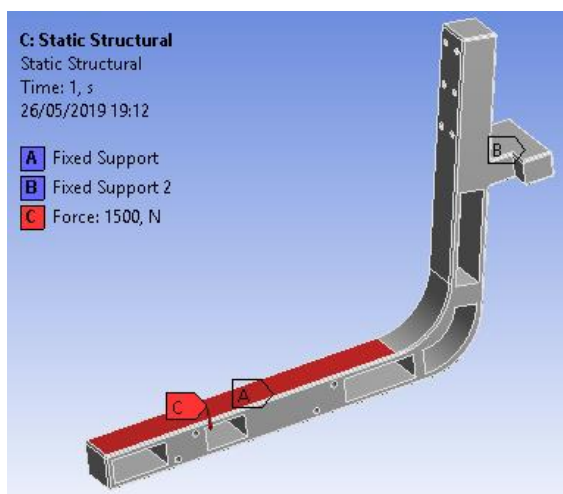


Figura 4.24. Forces i suports (Font: Pròpia)

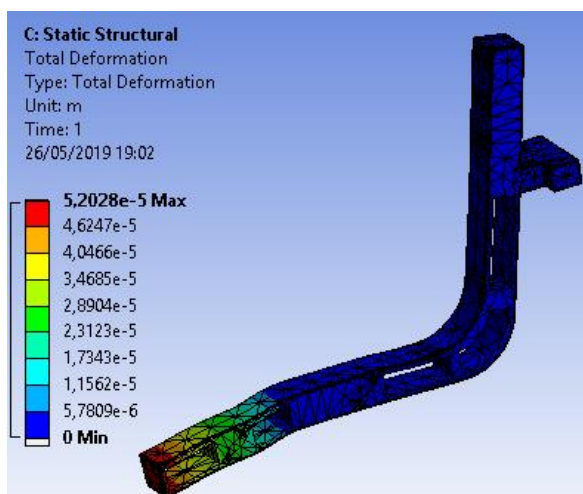


Figura 4.25. Deformació total (Font: Pròpia)

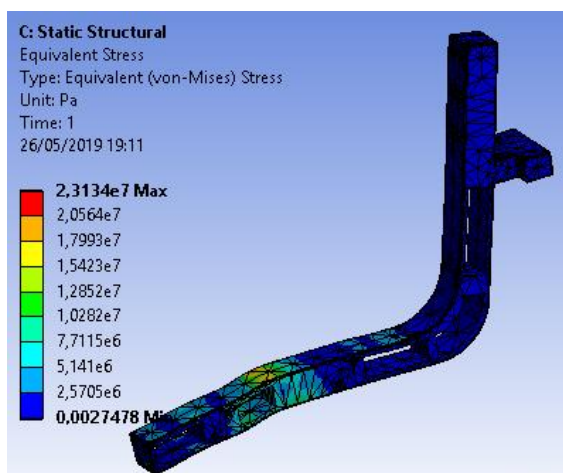


Figura 4.26. Tensió de Von-Misses (Font: Pròpia)

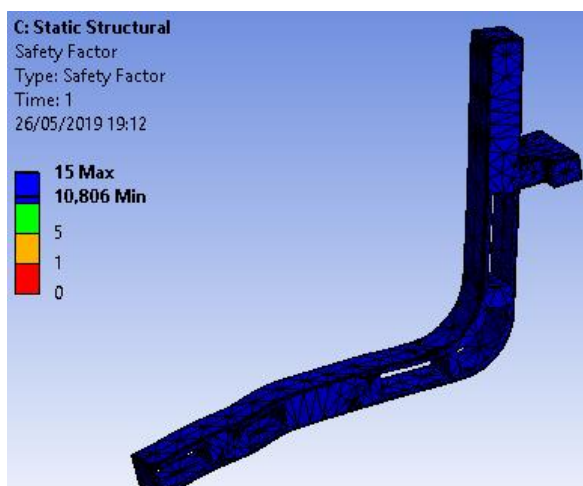


Figura 4.27. Factor de seguretat (Font: Pròpia)

Un cop realitzat el nou estudi d'aquest element s'observa en les imatges anteriors que tot i haver reduït el pes de la peça quasi bé 2 kilograms, aquesta aguanta de manera satisfactòria les sol·licitacions a les que es posa a prova.

4.2.3. Unió inferior posterior

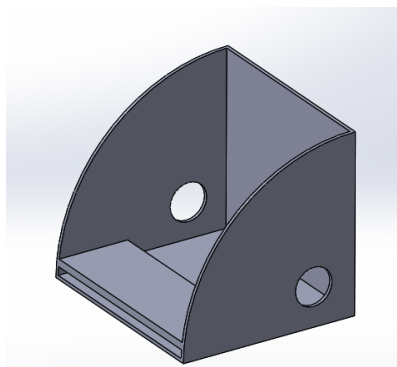


Figura 4.28. Unió inferior posterior (Font: Pròpia)

Es considera que aquest element treballa a flexió, i tot i que anteriorment ja s'ha estudiat quin és el millor material per aquest tipus d'esforços, en aquest cas no serveix, ja que és un panell a flexió no una biga, i per tant, els índexs de prestacions són diferents.

En aquest cas, primer es busca que la peça sigui resistent, i el índex de prestació utilitzat al mapa de propietats és el següent:

$$Cost \downarrow = \frac{Cr \cdot \rho}{\sqrt{\sigma_y}} \downarrow = \frac{\sqrt{\sigma_y}}{Cr \cdot \rho} \uparrow \quad (\text{Eq. 4.3})$$

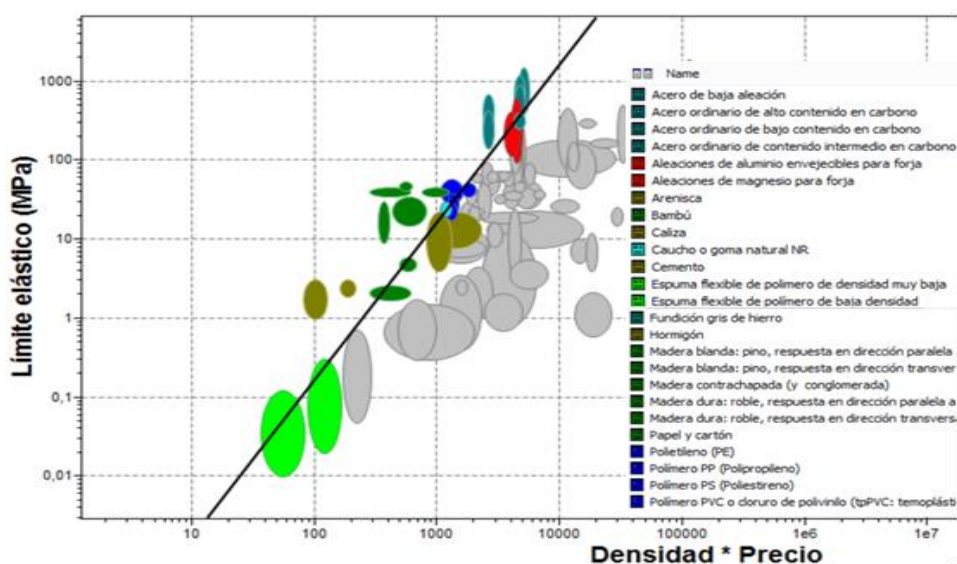


Figura 4.29. Diagrama de Ashby contemplat la resistència (Font: Pròpia)

En aquesta primera selecció ja s'ha pogut eliminar un gran nombre de materials.

Tot i tindre un índex semblant al cas anterior, el pendent de la recta utilitzat en aquest cas és de valor 2.

En la segona selecció es maximitza l'índex de prestació que aporta una major rigidesa a la peça.

$$Cost \downarrow = \frac{Cr \cdot \rho}{\sqrt[3]{E}} \downarrow = \frac{\sqrt[3]{E}}{Cr \cdot \rho} \uparrow \quad (\text{Eq. 4.4})$$

En aquesta ocasió el pendent de la recta de selecció que s'utilitza és 3.

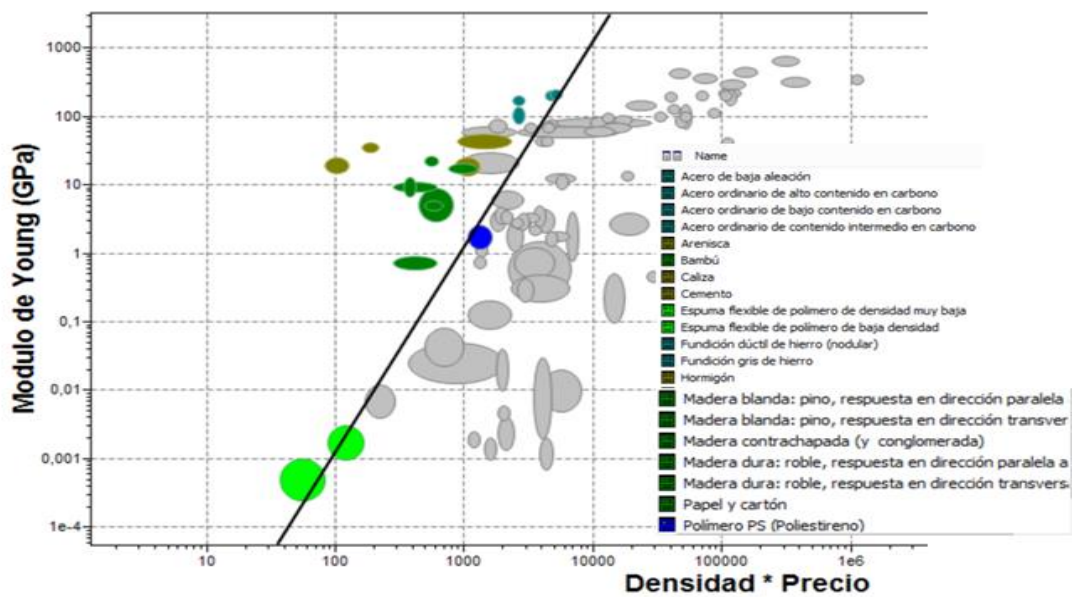


Figura 4.30. Diagrama de Ashby contemplat la rigidesa (Font: Pròpia)

Un cop feta aquesta segona selecció encara queda un gran nombre de materials, dels quals a simple vista ja es podrien eliminar alguns grups, com el formigó, el ciment, les espumes o els materials naturals, ja que són materials poc mal·leables.

Per tal de poder eliminar aquests materials de la gràfica es fa una última selecció com la de la figura 4.13, on s'enfronta la soldabilitat amb la capacitat d'un material de ser mecanitzat.

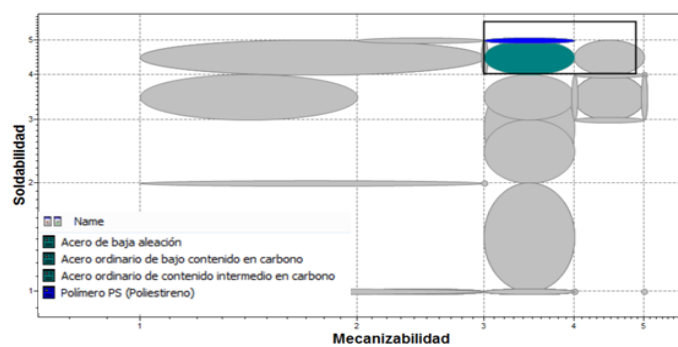


Figura 4.31. Diagrama de Ashby (Font: Pròpia)

En aquesta última selecció han quedat els quatre materials més òptims i barats per fer el procés, tres dels quals ja havien aparegut en la selecció del material en el apartat 4.2.1, i que consegüentment ja sabem que el més barat i adequat per el tipus d' element que es dissenya és el acer amb baix contingut de carboni, tal i com s'indica en la taula 4.1.

Es descarta el quart material, que en aquest cas és un polímer, concretament el Polièstirè (PS), ja que les seves propietats estan per sota de les dels acers.

Tal i com es pot observar en la següent imatge l'element consta d'un parell de suports (A i B) i un parell de forces, una vertical de 300 N de força i un altre horitzontal de 20 N. Aquesta segona força està situada en la línia superior de la peça (D).

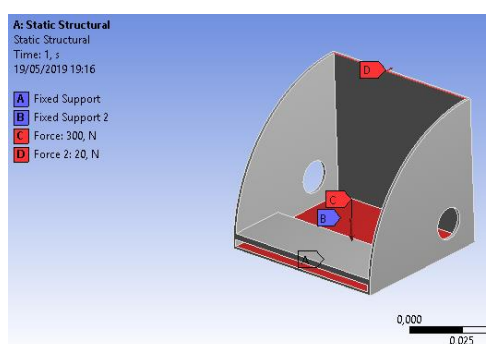


Figura 4.32. Forces i suports (Font: Pròpia)

Un cop ja estan les forces aplicades al model informàtic es continua amb l'anàlisi estructural, tal i com s'ha fet anteriorment es buscarà resoldre la deformació total, les tensions de Von-misses i el factor de seguretat.

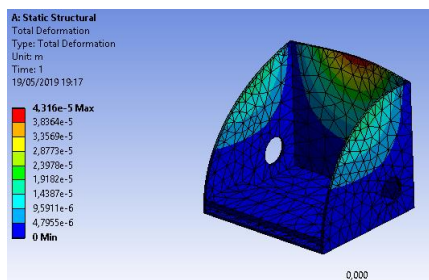


Figura 4.33. Deformació total (Font: Pròpia)

Es pot observar que en la deformació total, la peça aguanta rígida en la major part, tot i que s'ha de tindre en compte la zona superior, ja que és on hi ha la major deformació tot i haver-li aplicat una força mínima. Tot i això el valor de moviment és mínim i quasi menyspreable.

Pel que fa a les tensions també apareixen en el mateix punt on hi ha la màxima deformació, tot i que també amb un valor molt menor al crític, per tant només s'ha de vigilar si es modifica la força aplicada en aquest punt.

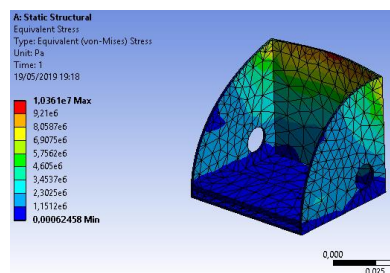


Figura 4.34. Tensió de Von-Misses (Font: Pròpia)

Tal i com ja s'ha exposat anteriorment la peça aguanta les sol·licitacions i per tant té un factor de seguretat elevat, tot i que no sigui necessari tant elevat.

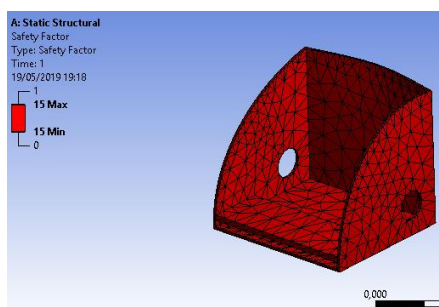


Figura 4.35. Factor de seguretat (Font: Pròpia)

5. Disseny suport

En aquest punt s'ha desenvolupat un suport per el seient capaç de inclinar-se, depenent de la decantació que adopta el vehicle, per tal de que aquest sempre mantingui la mateixa posició plana.

Inicialment aquest havia de fer la seva funció en una sola direcció, la lateral, ja que és la que genera el problema dels dolors i mala postura. Tot i que, finalment s'ha optat per fer un disseny capaç de moure's en les dues direccions, lateral i transversal, per així fer un seient més complet.

5.1. Desenvolupament suport

5.1.1. Disseny inicial

En el disseny inicial es contemplen dos eixos separats que es mouen en les dues direccions rotatives en el pla que tenim en compte.

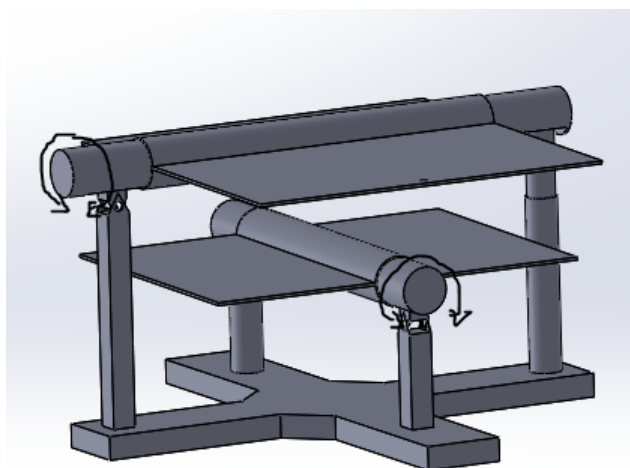


Figura 5.1. Concepte disseny inicial (Font: Pròpia)

Un cop dissenyat el mecanisme en el Solidworks, es pot observar que una de les principals complicacions es transmetre el moviment rotatiu del eix inferior al superior, i així poder inclinar el seient en la direcció desitjada.

Una possible solució és unir els dos suports de cada eix entre si mitjançant uns tirants, de manera que quan un dels eixos rota en una direcció els tirants aquests tiben l'altre suport en la mateixa direcció.

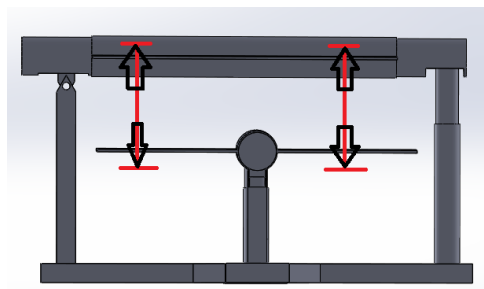


Figura 5.2. Concepte tirants (Font: Pròpia)

Tal i com s'observa en la figura anterior, els tirants van posicionats entre els dos eixos. Al estar posicionats així quan un dels dos eixos rota cap un costat aquest transmet el moviment al altre.

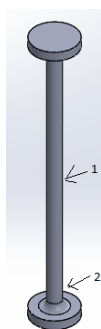


Figura 5.3. Tirant (Font: Pròpia)

Els tirants han d'estar fabricats amb un material versàtil, de la família dels elastòmers, ja que han de tindre una certa soltesa per poder transmetre el moviment. Si s'escull aquesta primera opció com l'adequada s'ha de fer un estudi en els punts més crítics del tirant, exposats en la figura 5.3.

Anàlisi dels punts crítics:

1. En aquest primer punt el tirant és més dèbil, ja que el perfil del cable és menor, a més a més es on el parell de força és major, de tal manera que hi ha més possibilitats que el material col·lapsi en aquest punt i es parteixi en conseqüència de la fatiga.
2. El segon punt de la peça que també pot patir més en el moment de fer la seva funció, es on el tirant transmet la força i el moviment sobre la planxa, ja que es un punt on es concentren les tensions.

Un altre punt crític que s'observa en aquest primer disseny, és en la unió de les barres de suport i el eix de rotació. En aquest punt es troben un parell de problemes que es mostren en la figura 5.4.

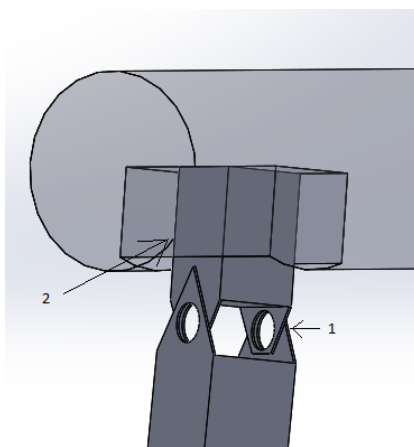


Figura 5.4. Unió barra suport amb eix fràgil (Font: Pròpia)

En la posició 1, la principal problemàtica que s'observa és que el perfil és molt prim i hi ha moltes possibilitats que es fracturi en aquest punt per fatiga, així que s'ha de modificar per reduir el risc en aquest situació.

L'altre punt que s'ha de modificar és el perfil quadrat que té peça de unió, entre el eix rotatiu i la barra de suport, ja que en aquest tipus de perfil quan es produeix el moviment hi ha un gran desgast de material en les cantonades del element.

La solució proposada per aquests dos aspectes es mostra a continuació:

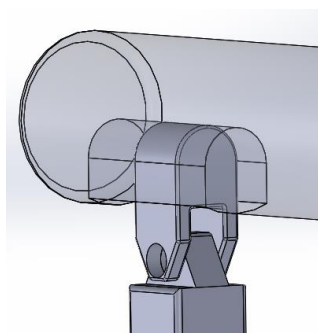


Figura 5.5. Unió barra suport amb eix reforçat (Font: Pròpia)

Tal i com es pot observar, s'ha modificat el perfil quadrat de la unió per un altre un pèl més arrodonit i les cantonades rectificades, per així poder reduir el coeficient de fregament i conseqüentment el desgast de la peça.

L'altre modificació ha sigut en la unió de la ròtula, anteriorment el punt de contacte entre el passador i les dos peces era molt petit, de tal manera que amb la nova forma i disposició dels elements, s'ha augmentat el contacte en quasi tot el passador. Així s'ha aconseguit disminuir la possibilitat de fractura per fatiga, com es pot observar en l'anàlisi que es fa en el punt 5.1.3.3.

Un cop trobades les complicacions del primer disseny, i solucionat algunes d'elles, s'ha procedit a simplificar el mecanisme i, així, apart d'abaratir costos i manteniment, reduir els materials utilitzats per la construcció del seient i en conseqüència disminuir l'impacte mediambiental.

5.1.2. Segon disseny

Per tal de simplificar el disseny, la solució més òptima ha sigut adaptar els dos moviments del mecanisme en el mateix eix, d'aquesta manera el concepte dels tirants ha quedat eliminat, igual que un dels eixos i totes les barres que el suportaven. A més a més, el haver suprimit el eix que hi ha situat en la part inferior del primer disseny suposa que es pot reduir el tamany del suport total.

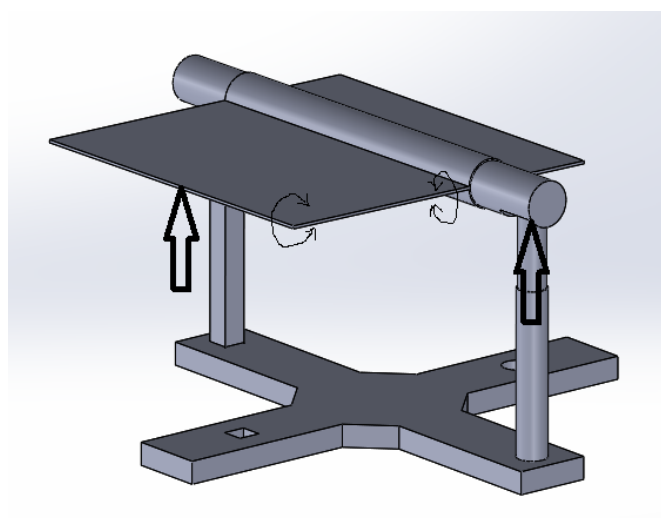


Figura 5.6. Concepte disseny simplificat (Font: Pròpia)

En un primer moment, per tal de transmetre el moviment al eix, es té la idea d'un peu de gat mecànic de tisora, com el que es pot trobar en el interior del qualsevol vehicle, però més petit, per tal de poder-lo adequar en la part inferior del seient. Anirien posicionat sobre la bancada i transmetrien el moviment en els punts que indiquen les fletxes de la imatge anterior.

El primer problema que es troba en aquest sistema, es que necessita un gran espai, tant si esta en la posició més inferior, com en la màxima extensió.

De tal manera que s'ha optat per fer ús de fusells (rosca de potència), aquesta opció permet adaptar un motor rotatiu, i d'aquesta manera fer el control automàtic d'una manera més regulada. A més a més, soluciona el problema d'excés d'espai, ja que es situa el mecanisme a una altura intermèdia entre la bancada i la planxa.

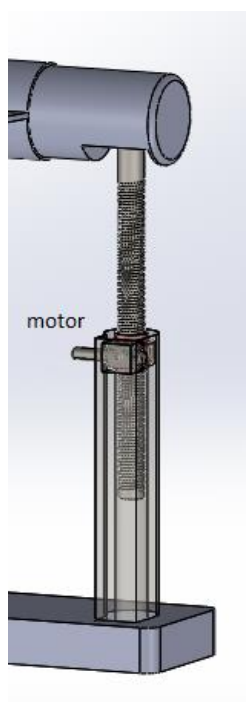


Figura 5.7. Fusell (Font: Pròpia)

Les rosques de potència tenen un parell cinemàtic helicoidal format per dos elements, entre els quals existeix un moviment relatiu de translació i rotació simultàniament, respecte el mateix eix. Aquest moviment ve relacionat per el pas de la rosca del cargol.

El seu ús principal és el de canviar el moviment angular a lineal.

Aquestes rosques han de complir l'equilibri de forces següents:

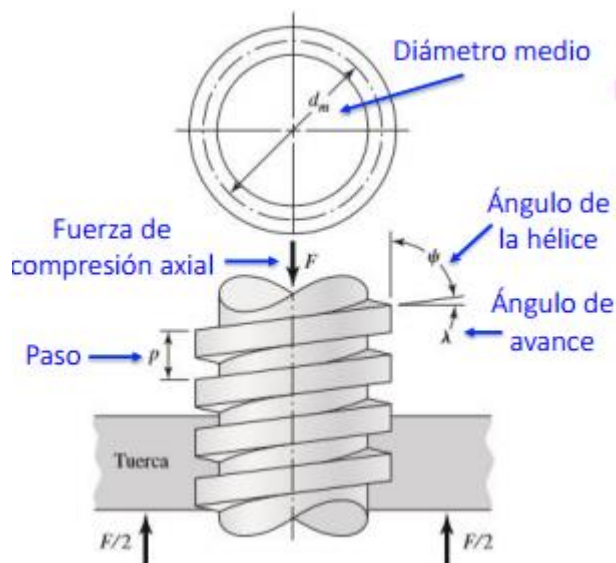


Figura 5.8. Cargol de potència rosca quadrada (Font: JMRP)

Per elevar la càrrega queda el següent diagrama de forces en la rosca del cargol:

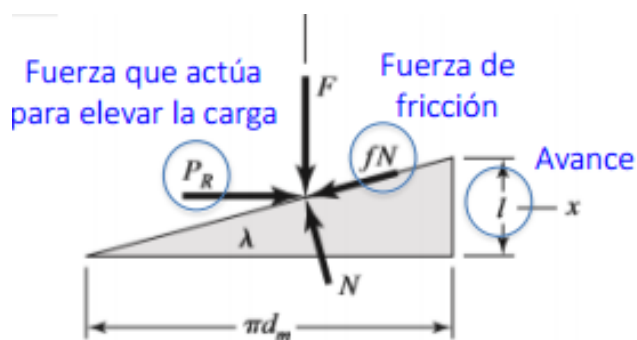


Figura 5.9. Diagrama de forces al pujar la càrrega (Font: JMRP)

Al tindre el sistema en equilibri sota l'acció d'aquestes forces, es té que per elevar la càrrega ha de complir les següents expressions:

$$\sum F_x = P_R - N \sin \lambda - fN \cos \lambda = 0 \quad (\text{Eq. 5.1})$$

$$\sum F_y = -F - fN \sin \lambda + N \cos \lambda = 0 \quad (\text{Eq. 5.2})$$

Com que la força normal N no interessa (és paral·lela al eix del cargol), s'elimina del sistema d'equacions anterior i s'aïlla la força P .

$$P_R = \frac{F(\sin \lambda + f \cos \lambda)}{\cos \lambda - f \sin \lambda} \quad (\text{Eq. 5.3})$$

Tenint en compte que el parell torçor és el producte de la força P i el radi mig de la rosca ($d_m/2$), per elevar la càrrega s'obté la següent expressió:

$$T_R = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - f l} \right) \quad (\text{Eq. 5.4})$$

On el valor de T_R , representa el parell de torsió que es requereix tant per elevar la càrrega, com per superar la fricció de la rosca.

En el cas contrari, el diagrama de forces per fer baixar la càrrega queda distribuït de la següent manera:

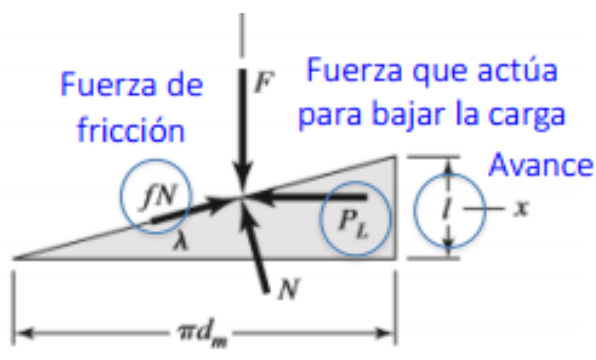


Figura 5.10. Diagrama de forces al baixar la càrrega (Font: JMRP)

Tal i com s'ha fet anteriorment en el cas de fer pujar la càrrega, primer es planteja l'equilibri de forces:

$$\sum F_x = -P_L - N \sin \lambda + fN \cos \lambda = 0 \quad (\text{Eq. 5.5})$$

$$\sum F_y = -F + fN \sin \lambda + N \cos \lambda = 0 \quad (\text{Eq. 5.6})$$

Es torna a eliminar la força normal i s'aïlla la variable P:

$$P_L = \frac{F(f \cos \lambda - \sin \lambda)}{\cos \lambda + f \sin \lambda} \quad (\text{Eq. 5.7})$$

Conseqüentment es calcular el parell de torsió necessari per fer moure la càrrega, però en aquest cas és per fer-la baixar.

$$T_L = \frac{Fd_m}{2} \left(\frac{\pi f d_m - l}{\pi d_m + fl} \right) \quad (\text{Eq. 5.8})$$

Aquest parell és el que es necessita per tal de superar la fricció en la rosca al baixar la càrrega.

Quan l'avanç de la rosca és gran i la fricció baixa, la càrrega pot baixar per el seu propi pes, i per tant no serà un cargol autoblocant. Per assegurar aquesta condició de bloqueig, el cargol ha de complir la següent expressió:

$$\pi f d_m > l \quad (\text{Eq. 5.9})$$

L'expressió queda simplificada si es divideix en ambdós costats per πd_m , i considerant que $l/\pi d_m = \lambda$ s'aconsegueix:

$$f \geq \tan \lambda \quad (\text{Eq. 5.10})$$

La relació anterior estableix que l'autobloqueig es presenta quan el coeficient de fricció de la rosca és igual o major que la tangent de l'angle d'avanç de la rosca.

Per tal de determinar l'eficiència real del parell de torsió necessari per elevar la càrrega, s'ha de considerar el coeficient de fregament com a 0 a l'expressió 5.4, que queda de la següent manera:

$$T_0 = \frac{Fl}{2\pi} \quad (\text{Eq. 5.11})$$

I per tant, l'eficiència es calcula a partir de la divisió del parell de torsió sense fregament per el parell real.

$$e = \frac{T_0}{T_R} = \frac{Fl}{2\pi T_R} \quad (\text{Eq. 5.12})$$

Totes les equacions anteriors es desenvolupen per a rosques quadrades, on les càrregues normals són paral·leles al eix del cargol.

Com a punt a tindre en compte, amb aquesta nova disposició la rosca està més protegida quan recorre el moviment lineal avall, ja que al entrar dintre de la carcassa inferior el efecte de vinclament es veu reduït.

En el desenvolupament del suport s'ha escollit una rosca de potència de la marca Nosen, el model més petit que és capaç d'aixecar dinàmicament fins a 300 kg.



Figura 5.11. Rosca de potència RT-0.5T (Font: NOSEN M&E)

La qual té la següent taula d'especificacions, per els diferents tipus de rosques i velocitats de gir del motor d'entrada.

Model	Diam Pitch	Gear Ratio	1800RPM			1500RPM			1200RPM			900RPM			600RPM			300RPM		
			Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)
RN-05T	20mm	1/5	0.2	100	1800	0.2	120	1500	0.2	160	1200	0.18	180	900	0.13	200	600	0.08	250	300
	ACME	1/10	0.1	100	900	0.19	160	750	0.13	190	600	0.1	200	450	0.08	230	300	0.05	280	150
	P=5	1/20	0.07	120	450	0.09	180	375	0.09	210	300	0.08	250	225	0.05	250	150	0.03	300	75

Taula 5.1. Especificacions rosca de potència (Font: NOSEN M&E)

En el disseny del suport s'ha optat per l'opció de la rosca amb diàmetre 20 mm i relació de gir 1/5. Com es pot observar en la imatge anterior la rosca pot actuar en un ampli ventall de velocitats. Depenent del motor, és capaç de elevar una càrrega més o menys elevada, i a una velocitat major o menor.

A continuació, es fa un anàlisi del braç del suport que va unit al eix principal, i que transmet el moviment lateral de inclinació al seient, ja que la forma que té no es la més òptima. Per a poder posar a prova aquest element en concret utilitzem l'Ansys, com que inicialment encara no es té en compte el material del qual estan fets els elements del suport, s'introdueix en el programa l'acer estructural com a material de fabricació, ja que es el predeterminat.

En l'anàlisi estructural es té en compte, tant la força que exerceix el pes del conductor com la màxima força que és capaç d'aixecar la rosca de potencia seleccionada.

En la figura 5.12, s'observa que en l'estudi hi ha un suport cilíndric (A) i dues forces (B i C), el valor numèric d'aquestes està determinat en la llegenda.

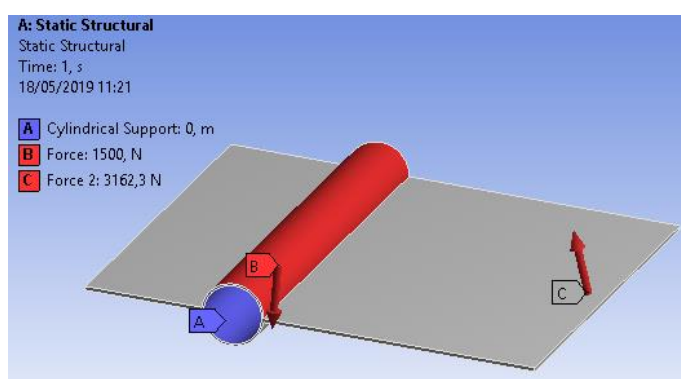


Figura 5.12. Forces i suports (Font: Pròpia)

Un cop les forces estan distribuïdes i els suports assignats, es procedeix a fer l'anàlisi estructural, el mateix programa ja ens determina el mallat de la peça adequant-lo de la millor manera possible, en aquest cas triangularment. S'ha estudiat la deformació total, la tensió de Von-Misses i el factor de seguretat.

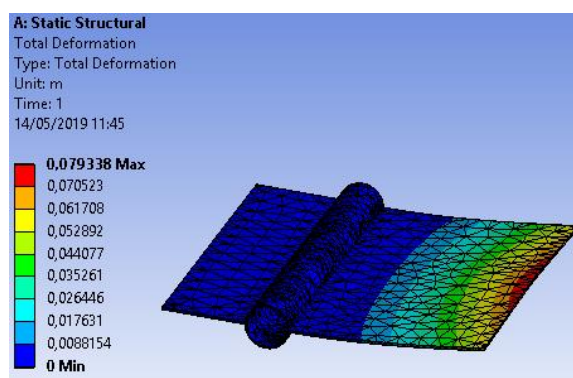


Figura 5.13. Deformació total (Font: Pròpia)

Com s'observa en la figura anterior, en l'anàlisi de la deformació total ja s'observa que s'ha de redissenyar l'estructura de la peça, ja que la deformació que experimenta la peça es molt elevada, aproximadament 8 cm.

Com a criteri de error es té en compte la tensió de Von-Misses, és una magnitud física proporcional a l'energia de distorsió.

Es pot calcular a partir de les tensions principals del tensor tensió en un punt del sòlid deformable, mitjançant la següent expressió:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} \quad (\text{Eq. 5.13})$$

Tot i que es pot simplificar si s'utilitza en cada punt les tres tensions principals:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - (\sigma_1\sigma_2 + \sigma_2\sigma_3 + \sigma_3\sigma_1)} \quad (\text{Eq. 5.14})$$

Per tal de que el disseny aguantí ha de resoldre la següent inequació:

$$Re\text{ sisitencia} \geq Sollicitació \quad (\text{Eq. 5.15})$$

Com s'observa en la següent imatge, per un estat de tensió pla $\sigma_3 = 0$. Es representen els llocs geomètrics de les combinacions de valors de les tensions principals σ_1 i σ_2 que determinen el valor límit de la tensió equivalent.

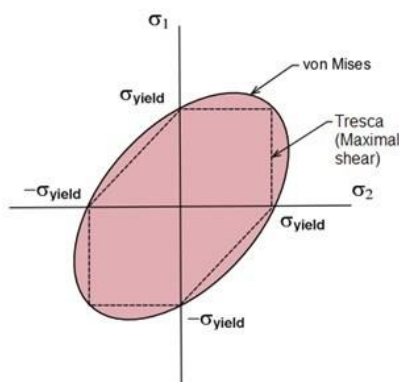


Figura 5.14. Criteris d'error (Font:Wikimedia)

Depenent del valor de tensió que s'obté un cop es situa en la figura s'observen 3 possibilitats a la que s'enfronta el material:

Zona interior → zona elàstica

Zona exterior → impossible

Sobre la corba → plasticitat

En el estudi realitzat, al tindre en compte la tensió de Von-Misses, es té en compte la corba més exterior que conseqüentment és la que té un marge d'error més gran, és a dir, no es tant restrictiu.

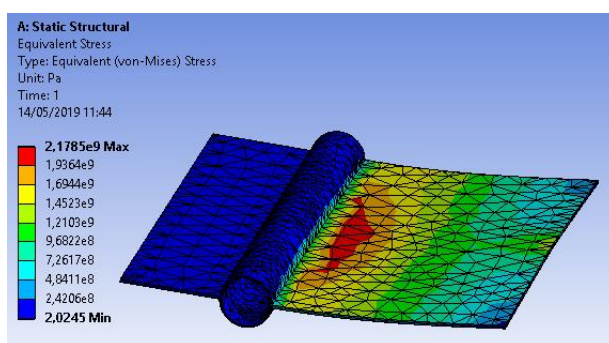


Figura 5.15. Tensió de Von-Misses (Font: Pròpia)

Un cop s'ha fet el anàlisi computacional s'observa que la zona d'unió és on hi ha els valors de tensió més elevats, per tant és on s'ha de tindre més cura a l'hora d'analitzar.

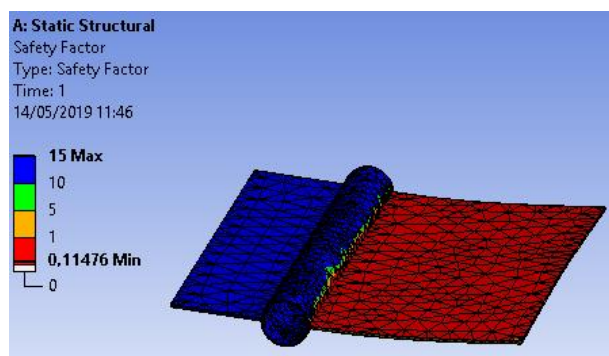


Figura 5.16. Factor de seguretat (Font: Pròpia)

Al analitzar el factor de seguretat l'element no aguanta les forces que ha experimentat, i conseqüentment es modifica la forma per poder repetir l'anàlisi i esperar una millora en els resultats.

En aquest projecte el disseny serà òptim quan el valor del factor de seguretat sigui major de 1.

En aquest segon disseny s'ha reforçat el braç principal i s'ha augmentat el perfil que està en contacte amb la rosca de potencia, ja que és el punt on hi ha un major moment al ser el més allunyat del suport.

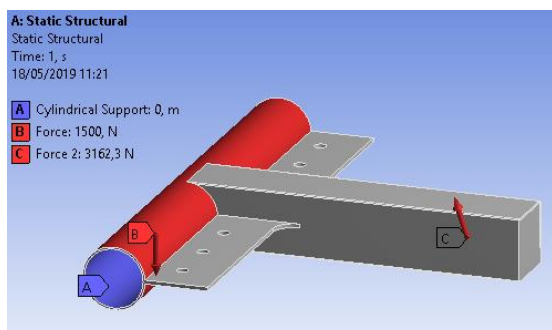


Figura 5.17. Forces i suports (Font: Pròpia)

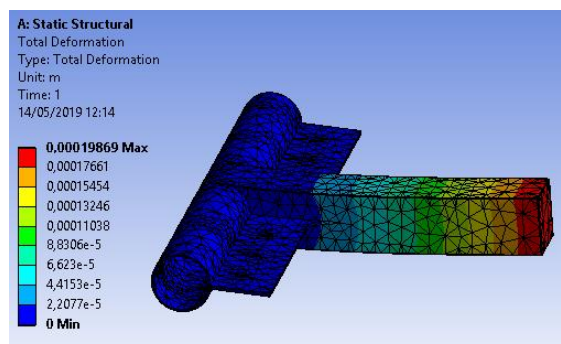


Figura 5.18. Deformació total (Font: Pròpia)

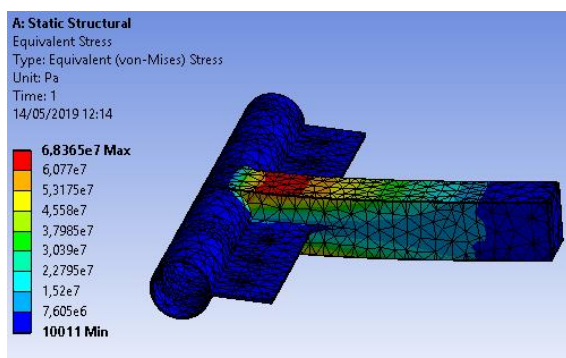


Figura 5.19. Tensió de Von-Misses (Font: Pròpia)

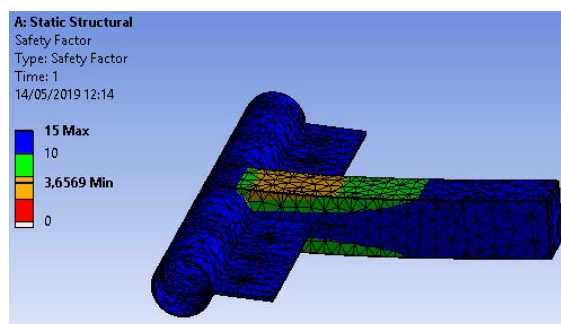


Figura 5.20. Factor de seguretat (Font: Pròpia)

En aquest segon anàlisi, s'han obtingut uns resultats més adequats, s'observa que el valor de deformació és molt menor que en altre cas, aproximadament de 0.019 cm. A més a més, el valor de la tensió de Von-Misses més gran que es detecta és de un valor quasi 32 vegades menor que en el altre cas. I al analitzar el factor de seguretat s'observa que es de 3.6, així que aguanta les sol·licitacions proposades de manera adequada.

5.1.3. Disseny final inclinació en les dues direccions

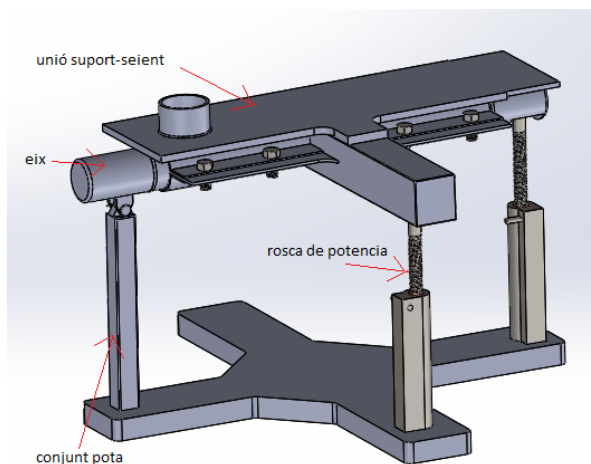


Figura 5.21. Suport estètic (Font: Pròpia)

Un cop ja es té definit el disseny més òptim per el propòsit del projecte, es profunditza en els materials que seran utilitzats.

Per tal d'assegurar un bon funcionament i vida útil del suport, s'ha de maximitzar tant la resistència com la rigidesa dels materials. Per tal de poder dur a terme aquesta tasca, s'introdueixen al programari CES EDUPACK, els índexs de prestacions de la imatge 5.22.

En aquesta taula, els índexs ja estan manipulats per tal de minimitzar la massa necessària en la construcció de cada element, i en conseqüència, si es multiplica per el cost s'obté els materials més barats per la construcció dels elements del projecte.
















Función	Restricciones	
	Rigidez	Resistencia
Tensión (tirante) 	ρ/E	ρ/σ_y
Columna (pandeo) 	$\rho/E^{1/2}$	ρ/σ_y
Flexión (viga) 	$\rho/E^{1/2}$	$\rho/\sigma_y^{2/3}$
Flexión (panel) 	$\rho/E^{1/3}$	$\rho/\sigma_y^{1/2}$

Figura 5.22. Índex de prestacions (Font: OxfordMaterials)

Un cop es sap quina sol·licitació tindrà cada element del projecte, es passa a la selecció del material. Si encara no estiguessin les formes de cada element determinades s'hauria de treballar amb les següents taules, i les expressions 5.16 i 5.17, per tal de determinar el millor material i perfil per cada tipus de element dependent de les forces que resisteixin.

Section Shape	A (m ²)	I (m ⁴)	K (m ⁴)	Z (m ³)	Q (m ³)
	πr^2	$\frac{\pi}{4} r^4$	$\frac{\pi}{2} r^4$	$\frac{\pi}{4} r^3$	$\frac{\pi}{2} r^3$
	b^2	$\frac{b^4}{12}$	$0.14b^4$	$\frac{b^3}{6}$	$0.21b^3$
	πab	$\frac{\pi}{4} a^3 b$	$\frac{\pi a^3 b^3}{(a^2 + b^2)}$	$\frac{\pi}{4} a^2 b$	$\frac{\pi a^2 b}{2}$ ($a < b$)
	bh	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{b^3 h}{3} \left(1 - 0.58 \frac{b}{h}\right)$ ($h > b$)	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{b^2 h^2}{3h + 1.8b}$ ($h > b$)
	$\frac{\sqrt{3}}{4} a^2$	$\frac{a^4}{32\sqrt{3}}$	$\frac{a^4 \sqrt{3}}{80}$	$\frac{a^3}{32}$	$\frac{a^3}{20}$

Taula 5.2. Tabulació de formes (Font: OxfordMaterials)

Section Shape	A (m ²)	I (m ⁴)	K (m ⁴)	Z (m ³)	Q (m ³)
	$\pi(r_o^2 - r_i^2)$ $\approx 2\pi r t$	$\frac{\pi}{4}(r_o^4 - r_i^4)$ $\approx \pi r^3 t$	$\frac{\pi}{2}(r_o^4 - r_i^4)$ $\approx 2\pi r^3 t$	$\frac{\pi}{4r_o}(r_o^4 - r_i^4)$ $\approx \pi r^2 t$	$\frac{\pi}{2r_o}(r_o^4 - r_i^4)$ $\approx 2\pi r^2 t$
	$2t(h+b)$ ($h, b \gg t$)	$\frac{1}{6} h^3 t (1 + 3 \frac{b}{h})$	$\frac{2tb^2 h^2}{(h+b)} (1 - \frac{t}{h})^4$	$\frac{1}{3} h^2 t (1 + 3 \frac{b}{h})$	$2tbh(1 - \frac{t}{h})^2$
	$\pi(a+b)t$ ($a, b \gg t$)	$\frac{\pi}{4} a^3 t (1 + 3 \frac{b}{a})$	$\frac{4\pi(ab)^{5/2} t}{(a^2 + b^2)}$	$\frac{\pi}{4} a^2 t (1 + 3 \frac{b}{a})$	$2\pi t(a^3 b)^{1/2}$ ($b > a$)
	$b(h_o - h_i)$ $\approx 2bt$ ($h, b \gg t$)	$\frac{b}{12}(h_o^3 - h_i^3)$ $\approx \frac{1}{2} b t h_o^2$	--	$\frac{b}{6h_o}(h_o^3 - h_i^3)$ $\approx b t h_o$	--
	$2t(h+b)$ ($h, b \gg t$)	$\frac{1}{6} h^3 t (1 + 3 \frac{b}{h})$	$\frac{2}{3} b t^3 (1 + 4 \frac{h}{b})$	$\frac{1}{3} h^2 t (1 + 3 \frac{b}{h})$	$\frac{2}{3} b t^2 (1 + 4 \frac{h}{b})$
	$2t(h+b)$ ($h, b \gg t$)	$\frac{1}{6} (h^3 + 4bt^2)$	$\frac{t^3}{3} (8b + h)$	$\frac{t}{3h} (h^3 + 4bt^2)$	$\frac{t^2}{3} (8b + h)$

Taula 5.3. Tabulació de formes (Font: OxfordMaterials)

Es defineix el factor de forma per a la flexió elàstica, mesurant la eficiència com a:

$$\phi_B^e = \frac{S}{S_0} = \frac{E \cdot I}{E \cdot I_0} = 12 \frac{I}{A^2} \quad (\text{Eq. 5.16})$$

I el factor de forma que es té en compte per el inici de la plasticitat, es mesura de la següent manera:

$$\phi_B^f = \frac{F_f}{F_{f0}} = \frac{\sigma_y Z}{\sigma_y Z_0} = 6 \frac{Z}{A^{3/2}} \quad (\text{Eq. 5.17})$$

Per tal de determinar quin material-forma és millor per a cada element es pot fer de dues maneres, comparant numèricament, o gràficament sobre els diagrames de Ashby.

Si s'escull la primera opció s'ha de crear una taula amb els possibles materials i formes que poden adoptar, amb els valors de la densitat, mòdul de Young, el límit elàstic i el del factor de forma. Llavors s'aplica l'índex de prestació de la següent figura, i es busca el menor valor.





Función	Restricciones	
	Rigidez	Resistencia
Tensión (tirante) 	ρ/E	ρ/σ_y
Columna (pandeo) 	$\rho/(\phi_B^e E)^{1/2}$	ρ/σ_y
Flexión (viga) 	$\rho/(\phi_B^e E)^{1/2}$	$\rho/(\phi_B^f \sigma_y)^{2/3}$
Flexión (panel) 	$\rho/(\phi_B^e E)^{1/3}$	$\rho/(\phi_B^f \sigma_y)^{1/2}$

Figura 5.23. Índex de prestacions (Font: OxfordMaterials)

Si s'opta per la resolució gràfica, primer de tot s'han de redefinir les variables dels índexs de prestacions, és a dir, s'han de modificar les expressions de la figura 5.23 de la següent manera.

Per el cas del càlcul de la rigidesa a flexió es fa el següent:

$$\frac{\rho}{(\varphi_B^e \cdot E)^{1/2}} \cdot \frac{\varphi_B^e}{\varphi_B^e} = \frac{\rho / \varphi_B^e}{(E / \varphi_B^e)^{1/2}} \quad (\text{Eq. 5.18})$$

I llavors, es defineix per a cada cas un nou material amb valors:

$$\begin{cases} \rho^* = \rho / \varphi_B^e \\ E^* = E / \varphi_B^e \end{cases} \quad (\text{Eq. 5.19})$$

En el cas que s'estigui analitzant la resistència a flexió, les expressions varien una mica, i queden de la següent manera:

$$\frac{\rho}{(\varphi_B^f \cdot \sigma_f)^{2/3}} \cdot \frac{(\varphi_B^f)^2}{(\varphi_B^f)^2} = \frac{\rho / (\varphi_B^f)^2}{(\sigma_f / (\varphi_B^f)^2)^{2/3}} \quad (\text{Eq. 5.20})$$

$$\begin{cases} \rho^* = \rho / (\varphi_B^f)^2 \\ \sigma_f^* = \sigma_f / (\varphi_B^f)^2 \end{cases} \quad (\text{Eq. 5.21})$$

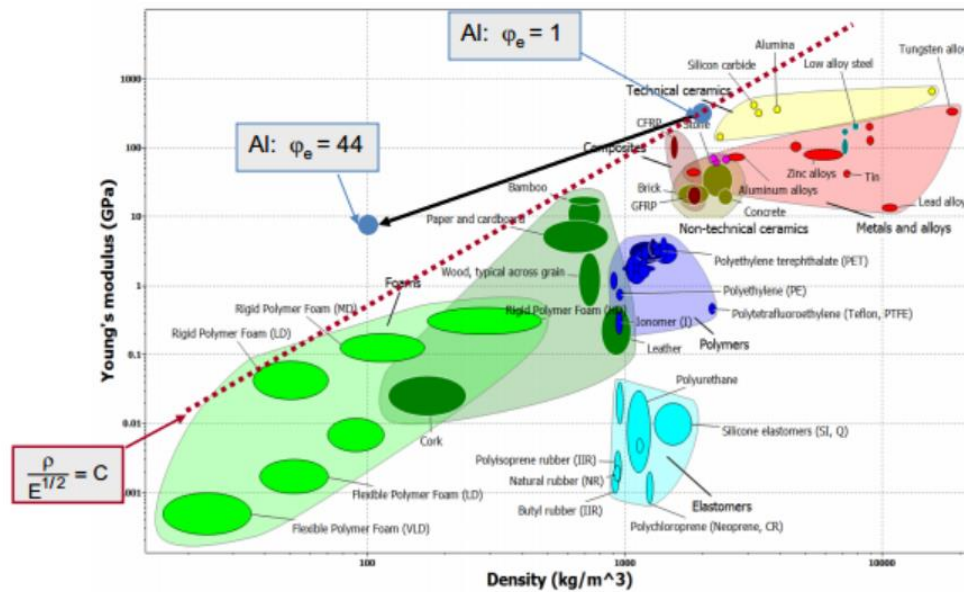


Figura 5.24. Mapa de propietats (Font: OxfordMaterials)

En la figura anterior, s'observa un exemple de gràfica d'Ashby, en la qual es compara el mòdul de Young enfront de la densitat de tots els materials que té en compte el programa, i ens els engloba en bombolles, ja que un mateix material pot tindre diferents propietats. Al enfrontar aquestes dos propietats, proporciona la informació necessària per determinar els materials més òptims per les aplicacions on es vulgui tindre una gran rigidesa. Depenent de les sol·licitacions que tingui cada peça, es registrarà en el mapa de propietats una recta amb un pendent diferent.

En la figura 5.24, es té el cas de sol·licitacions de vinclament o flexió, tant en una com en l'altre el pendent de la recta es de un valor de 2 (línia discontinua vermella), ja que es té la següent relació:

$$\text{Log}(E) - 2\text{Log}(\rho) = 2\text{Log}(K) \longrightarrow (y = mx + b) \quad (\text{Eq. 5.22})$$

$$\text{Log}(E) = 2\text{Log}(\rho) + 2\text{Log}(K)$$

$$\frac{E^{0.5}}{\rho} = C \longrightarrow \frac{E}{\rho^2} = C^2 \quad (\text{Eq. 5.23})$$

Amb el pendent de valor 2 no es té en compte el factor de forma, de tal manera que s'ha d'operar amb les expressions simplifiades, en aquest cas amb la que contempla la rigidesa (Eq 5.19), a partir de la qual s'obté un nou punt en el diagrama de Ashby, el qual s'uneix amb el material seleccionat amb una recta de pendent 1.

5.1.3.1. Anàlisi unió suport-seient

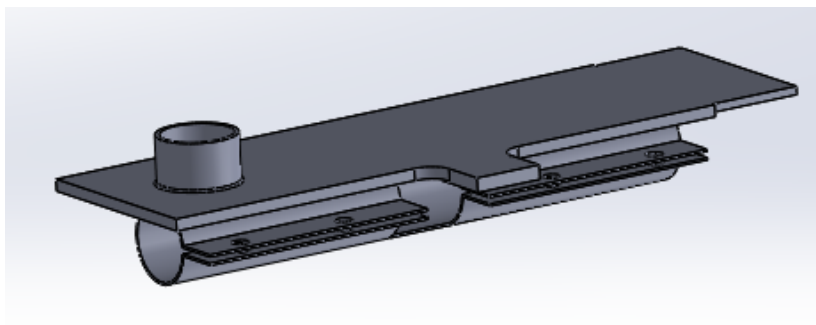


Figura 5.25. Unió suport-seient (Font: Pròpia)

Aquest element és el d'unió entre el seient i el suport, concretament s'uneix amb el braç principal del suport (Fig.5.17), mitjançant cargols de mètrica 6.

La peça treballa a flexió, i com s'observa en l'estudi dels materials realitzat anteriorment en els apartats 4.2.1. (biga a flexió) i 4.2.3 (panell a flexió), conclou que en ambdós casos el material més òptim és el acer amb baix contingut en carboni.

Un cop realitzat el estudi estructural obtenim els resultats representats en les següents imatges:

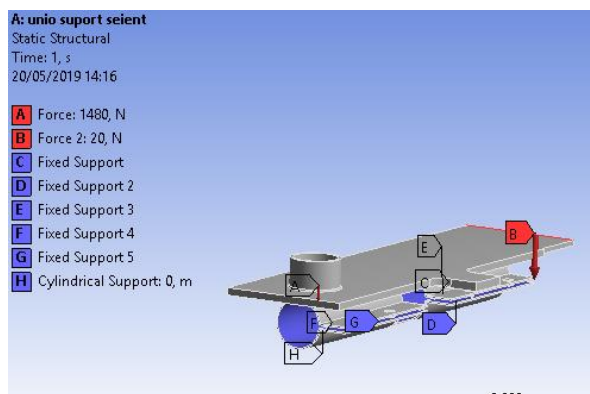


Figura 5.26. Forces i suports (Font: Pròpia)

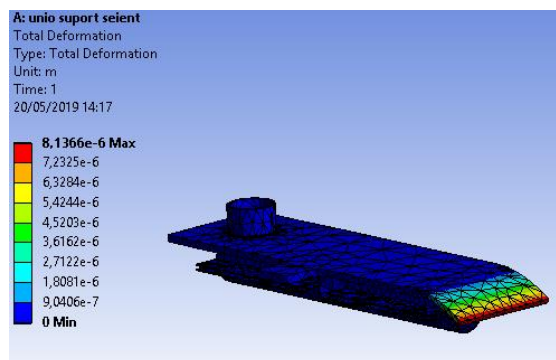


Figura 5.27. Deformació total (Font: Pròpia)

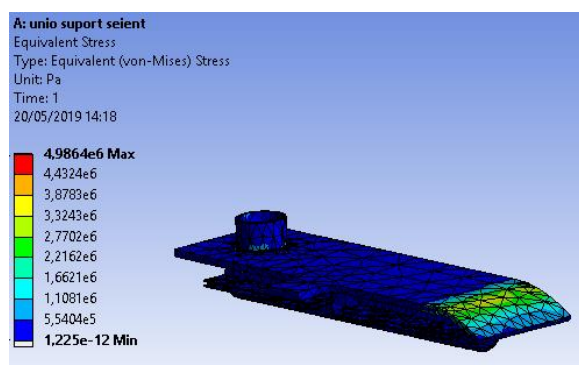


Figura 5.28. Tensió de Von-Misses (Font: Pròpia)

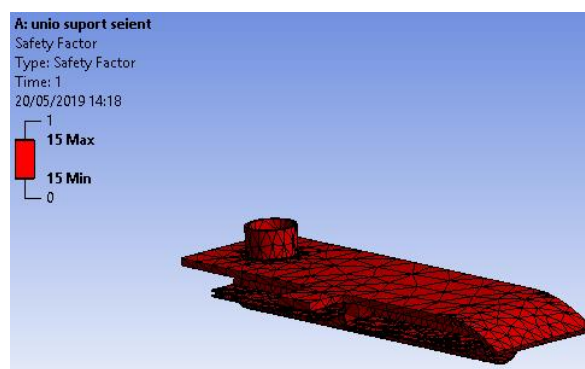


Figura 5.29. Factor de seguretat (Font: Pròpia)

S'observa que la peça aguanta de manera efectiva les sol·licitacions del pes de la persona, tot i això aquesta peça s'analitza posteriorment en el punt 5.1.3.4, juntament amb el eix i el braç del suport, tenint en compte les forces que apliquen els cargols de potencia als elements.

5.1.3.2. Anàlisi eix

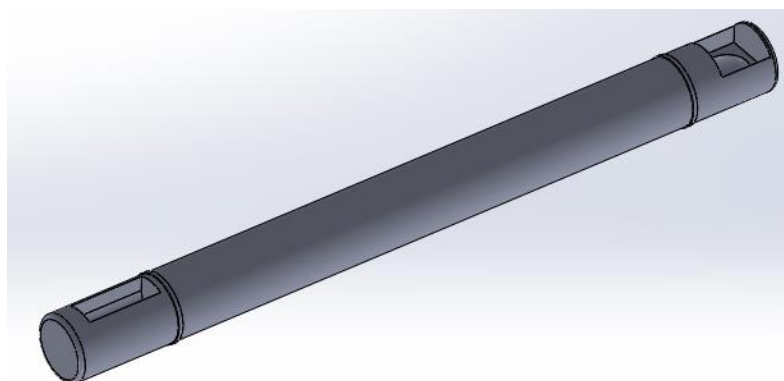


Figura 5.30. Eix suport (Font: Pròpia)

En aquest cas passa el mateix que en el anterior, es tracta com una biga que treballa a flexió i, per tant, el acer que s'utilitza en l'anàlisi estructural és idèntic al anterior, és a dir, l'acer amb baix contingut en carboni.

El eix suporta dos forces, la primera de elles és la que exerceix la rosca de potència en el punt A, i la segona la del pes de la persona (B) que està repartida sobre el eix. A més a més, consta de dos tipus de suports un fix cilíndric (D), i un que permet el desplaçament en una direcció (C), en aquest cas la transversal.

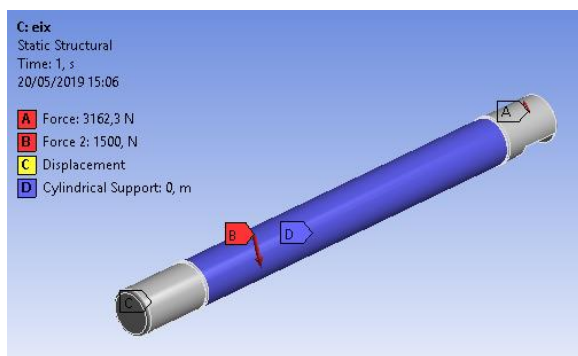


Figura 5.31. Forces i suports (Font: Pròpia)

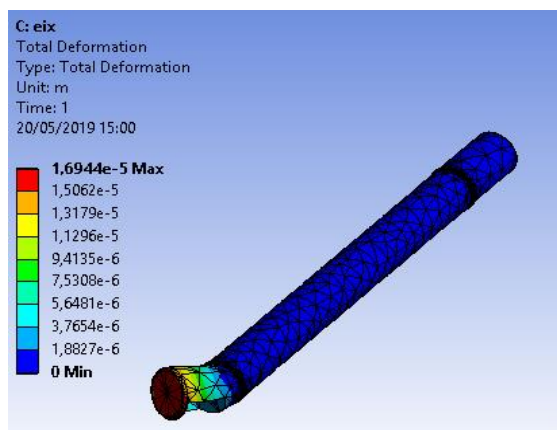


Figura 5.32. Deformació total (Font: Pròpia)

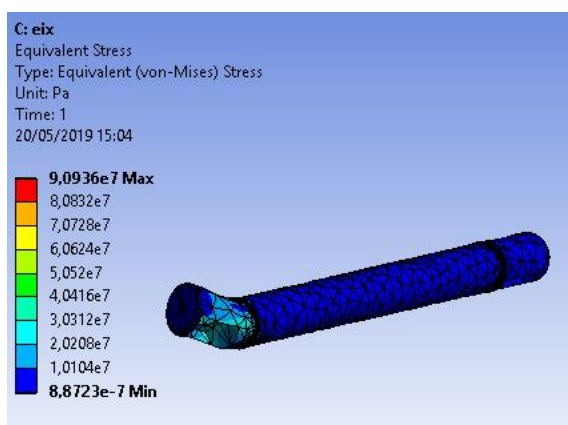


Figura 5.33. Tensió de Von-Misses (Font: Pròpia)

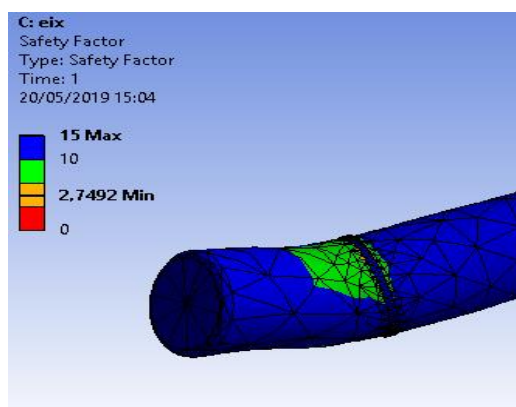


Figura 5.34. Factor de seguretat (Font: Pròpia)

En l'anàlisi s'observa que on hi ha més esforços i deformacions és en la zona on la rosca exerceix la pressió. Si es mira i s'analitza la figura 5.34, s'observa que hi ha un punt on el factor de seguretat és menor a la resta de la figura, això es deu que en aquell punt hi ha un concentrador de tensions, tot i que no ens genera una gran problemàtica, ja que segueix tenint un valor adequat per el disseny.

5.1.3.3. Anàlisi conjunt pota

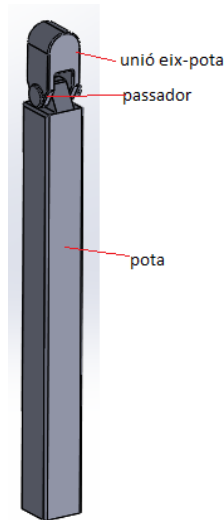


Figura 5.35. Conjunt pota (Font: Pròpia)

En aquest cas s'ha pogut analitzar mitjançant el software informàtic, el conjunt d'elements representat en la figura anterior tot en un mateix anàlisi, ja que no hi ha una gran complicació de disseny, i es genera una mallat que no supera el límit de nodes per la versió estudiantil de l'ANSYS.

Primer de tot es determina el material de cada element. Tant la unió eix-pota com el passador treballen a flexió, i per tant el material de fabricació serà el mateix que en els altres casos (acer amb baix contingut en carboni).

Si s'analitza la pota, s'observa que en el punt de contacte amb el passador també treballa a flexió, però la resta ho fa com una columna, i per tant s'ha de vigilar amb les forces de vinclament. Per tal de tindre en compte aquestes forces en l'elecció del material es tornarà a utilitzar el programa CES EDUPACK, però en aquest cas els índexs de prestacions variaran.

En la primera selecció es té en compte que s'ha d'optimitzar la resistència, i el índex quedà de la següent manera:

$$Cost \downarrow = \frac{Cr \cdot \rho}{\sigma_y} \downarrow = \frac{\sigma_y}{Cr \cdot \rho} \uparrow \quad (\text{Eq. 5.24})$$

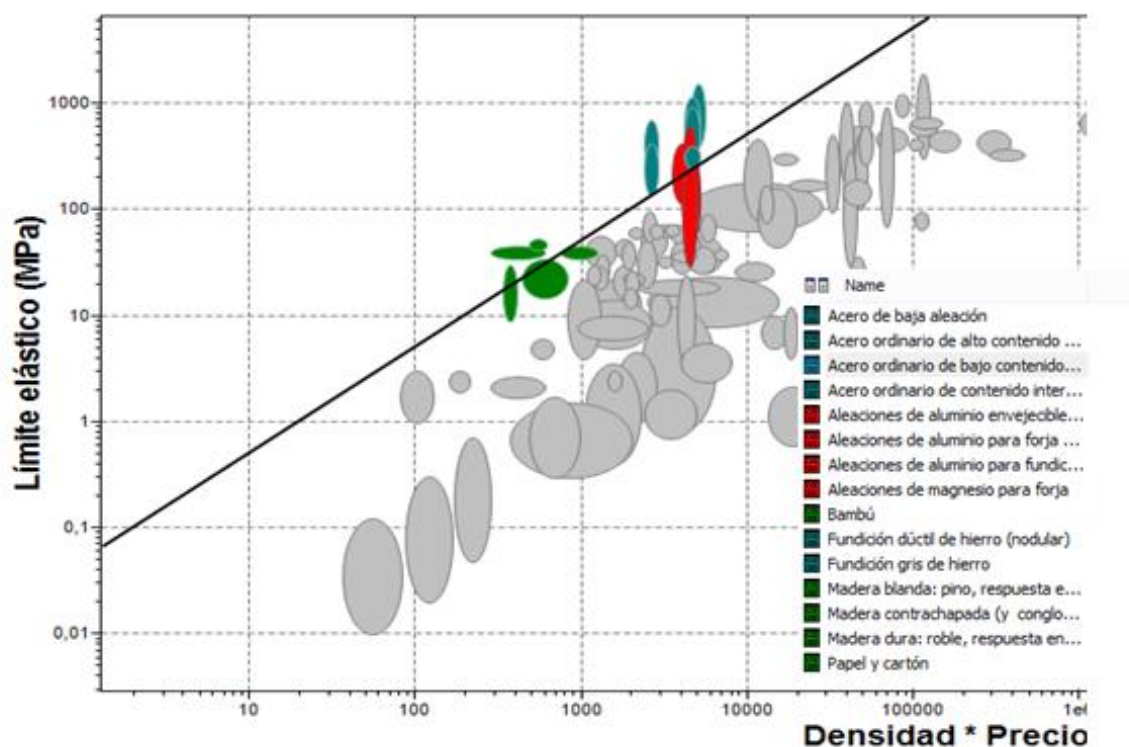


Figura 5.36. Diagrama de Ashby contemplant la resistència (Font: Pròpia)

El pendent de la recta utilitzat és de valor 1. I tal i com es pot observar en el gràfic, s'ha pogut eliminar un gran nombre de materials en aquesta primera selecció. Queden presents els materials fèrrics (acers), els no fèrrics (aluminis) i els materials naturals (fustes).

Per tal de fer una segona selecció de materials, s'utilitza el índex de prestació que millora la rigidesa (Eq.5.13), d'aquesta manera es redueix una mica més el ventall de materials òptims.

$$Cost \downarrow = \frac{Cr \cdot \rho}{\sqrt{E}} \downarrow = \frac{\sqrt{E}}{Cr \cdot \rho} \uparrow \quad (\text{Eq. 5.25})$$

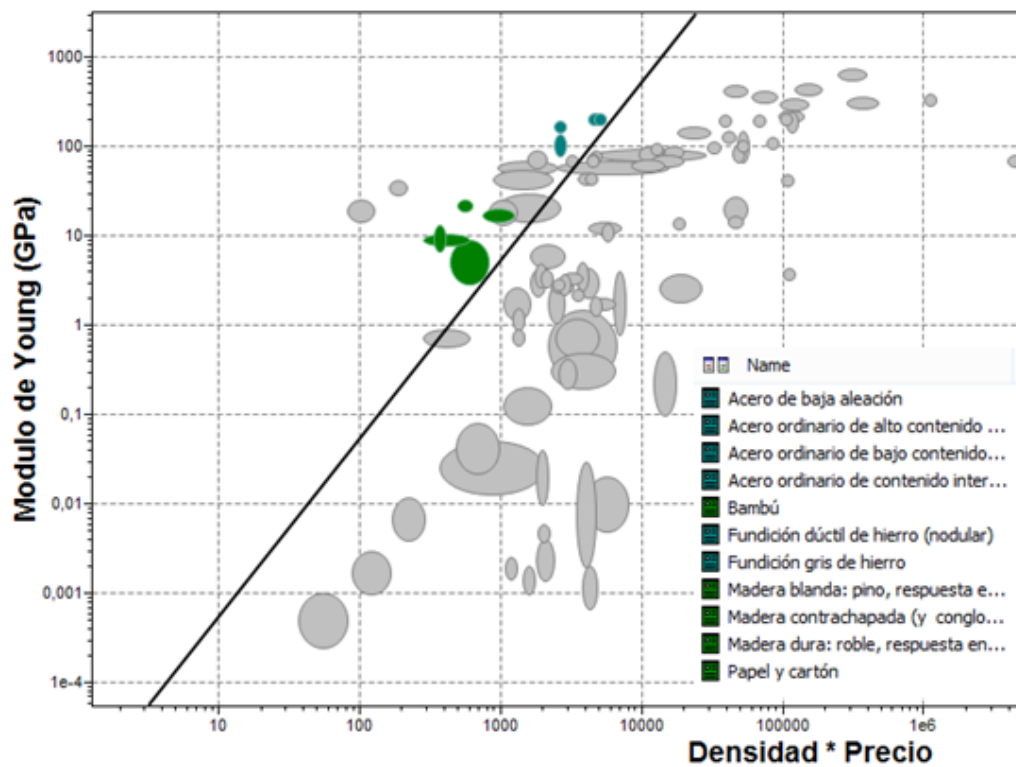


Figura 5.37. Diagrama de Ashby contemplat la rigidesa(Font: Pròpia)

En aquest cas el pendent de la recta és de valor 2. Amb aquesta segona selecció, s'ha aconseguit eliminar els materials no fèrrics de la llista de candidats possibles.

Si s'analitza la llista de materials possibles per a la construcció de la pota, es poden eliminar directament els materials naturals, ja que no tenen la capacitat de ser soldats a la bancada. De tal manera que només queden com a candidats els acers.

Si s'analitza la taula 4.3, el material que es selecciona és el acer amb baix contingut en carboni, ja que segueix sent el que ens aporta unes millors condicions de mecanització i soldabilitat, i el preu no és elevat.

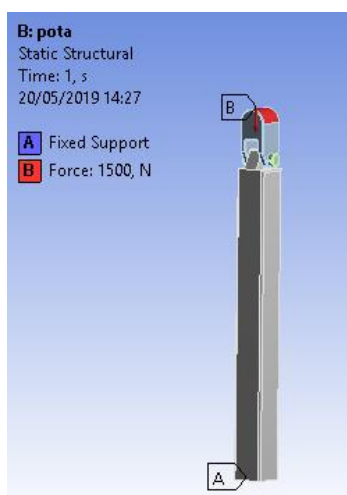


Figura 5.38. Forces i suports (Font: Pròpia)

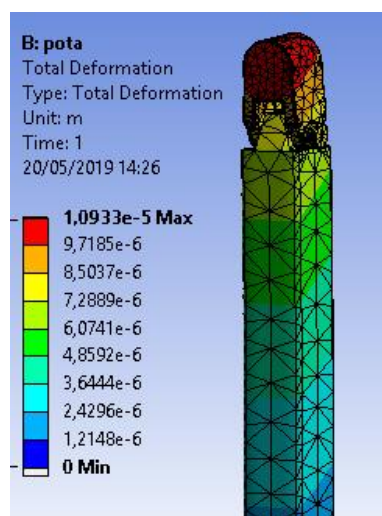


Figura 5.39. Deformació total (Font: Pròpia)

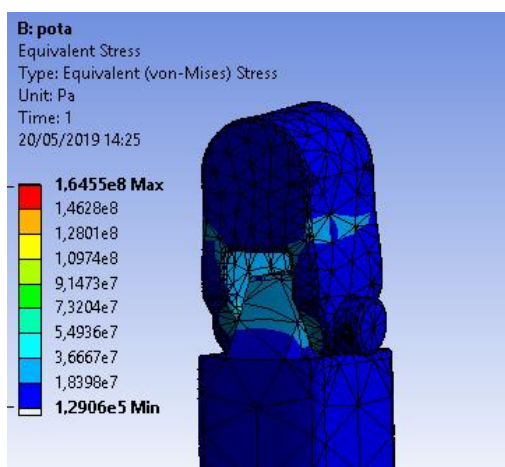


Figura 5.40. Tensió de Von-Mises (Font: Pròpia)

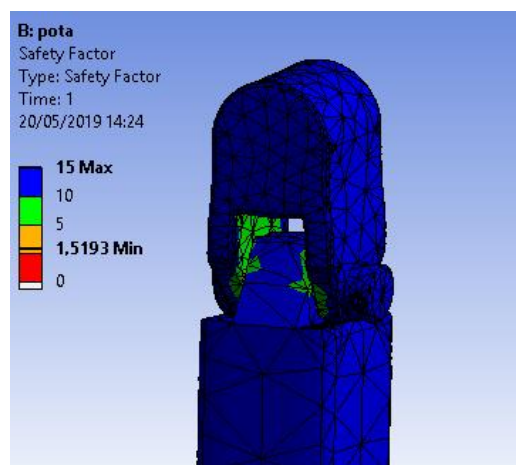


Figura 5.41. Factor de seguretat (Font: Pròpia)

En l'anàlisi estructural, es pot observar que la part més crítica de tot el conjunt és el punt de contacte entre les unions i el passador.

Les deformacions que s'observen en la figura 5.39, es deuen a que la força no ha estat aplicada directament perpendicular a la base de la pota, ja que l'element d'unió superior està un pèl inclinat en el anàlisi.

En les dues últimes imatges, les tensions estan situades en el punt de unió, que és on s'hi concentren les tensions, tot i que en la representació del factor de seguretat es pot veure com la peça aguanta amb un factor de seguretat de 1.5, més que suficient per l'aplicació a la que està destinat aquest conjunt.

5.1.3.4. Anàlisi conjunt eix-braç-suport

A continuació, es procedeix a fer un anàlisi del conjunt de peces que componen l'eix principal, el braç del suport i l'element de unió entre el seient-suport. Tots tres elements han estat analitzat anteriorment de manera individual.

En la següent imatge, s'observa que en l'anàlisi es té en compte tant les forces que exerceix el conductor, com les dels cargols de potència. És un anàlisi crític, ja que té en compte la força màxima que poden exercir tots els elements.

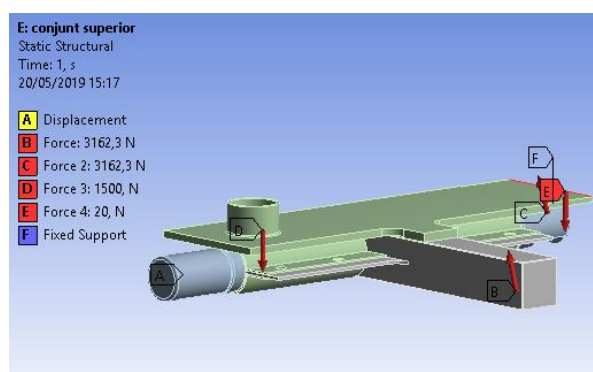


Figura 5.42. Forces i suports (Font: Pròpia)

La profunditat de l'anàlisi que s'ha dut a terme és la mateixa que en els altres casos, és a dir, la deformació total, les tensions de Von-Misses i el factor de seguretat.

Els resultats que s'obtinguin en aquest anàlisi són més aproximats als de la realitat, ja que té en compte els contacte entre els elements.

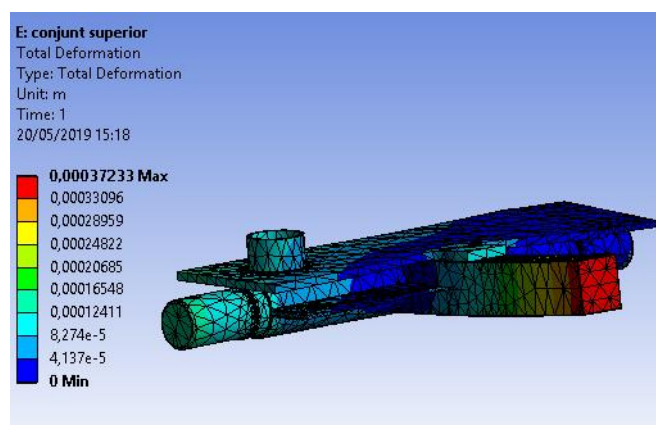


Figura 5.43. Deformació total (Font: Pròpia)

Al comparar amb el estudi realitzat en l'apartat 5.1.2, es pot observar que en aquest anàlisi la deformació total ha augmentat en el extrem del braç del suport. Ha passat de 0.00019m a 0.00037m, tot i l'increment, segueix sent un valor poc significatiu.

Si s'estudia la imatge següent, representa el mapa amb les tensions de Von-Misses, es poden detectar els punts que seran més crítics en la peça, la majoria dels quals perquè són punts on s'hi concentren les tensions.

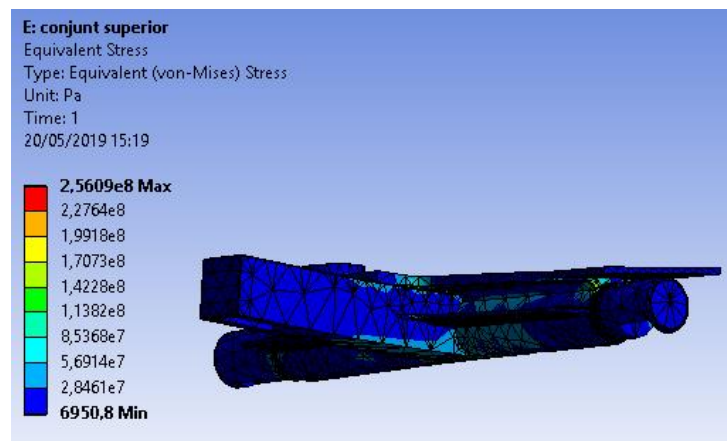


Figura 5.44. Tensió de Von-Misses (Font: Pròpia)

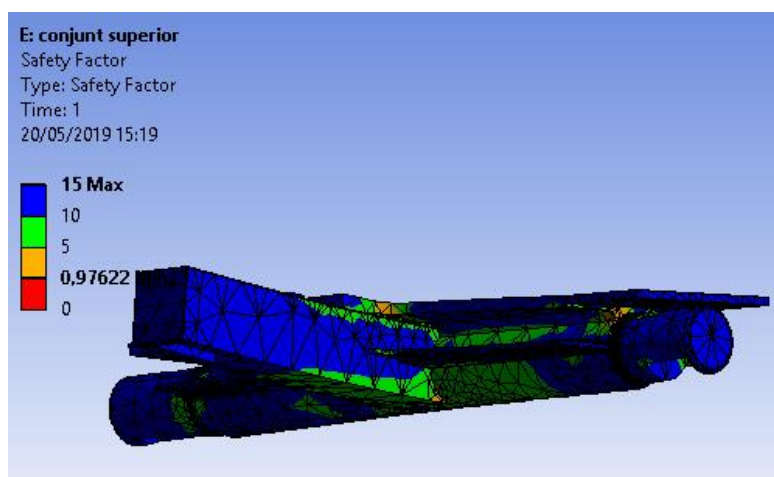


Figura 5.45. Factor de seguretat (Font: Pròpia)

Tal i com ja s'ha comentat anteriorment, les zones on es concentren les tensions són les més crítiques de la figura. S'ha de tindre especial cura en la zona on el factor de seguretat és menor a 1, ja que la peça és pot fracturar o fissurar per allí.

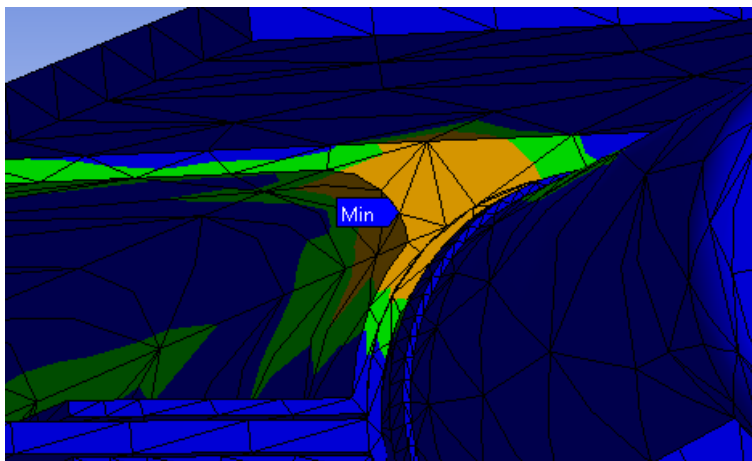


Figura 5.46. Factor de seguretat punt mínim (Font: Pròpia)

Al cercar més detingudament el punt on es troba el mínim factor de seguretat, s'observa que es tracta d'un concentrador de tensions, i a més a més es situa en un node de la malla, tota la resta de la zona taronja té valors acceptables, que varien de 1,2 a 5. Això es deu a que és un canto viu, és a dir, si l'arrodonim és redueix la concentració de tensions en aquest punt.

5.1.4. Disseny final per la inclinació lateral

Tal i com s'exposa en el apartat 6, s'opta finalment en fer un disseny que només s'inclini lateralment, tot i que es deixa l'opció de poder modificar el disseny i adaptar-lo a les necessitats de cadascú.

En aquest disseny final s'ha eliminat la rosca de potència que controlava la inclinació transversal, i s'ha substituït per una pota igual a la que es tenia en la part davantera (Fig.5.35).

A més a més, també s'ha modificat la base de l'estructura, per una tubular, així es redueix el pes total de la estructura. Així com el braç del suport que va connectat directament amb la rosca de potència, al qual se li aplicarà un altre anàlisi estructural per veure com reacciona, ja que ha disminuït la seva massa i ha passat de ser una barra massissa a una amb secció més crítica.

Així doncs, el disseny del suport final és el següent:

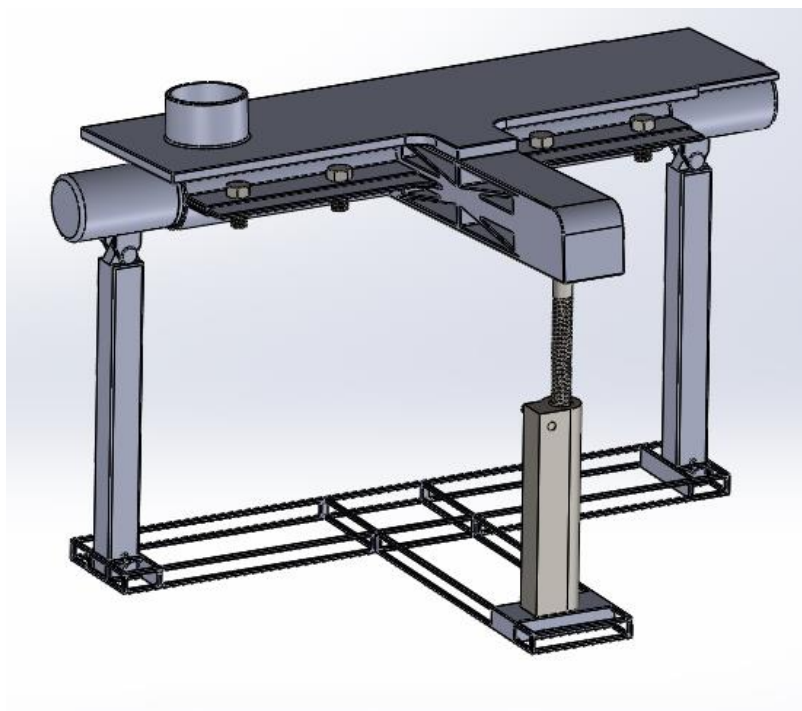


Figura 5.47. Disseny final inclinació lateral (Font: Pròpia)

Els suport i les forces que s'apliquen en aquest nou anàlisi del braç del suport són les mateixes que anteriorment s'han utilitzat, tal i com es pot observar.

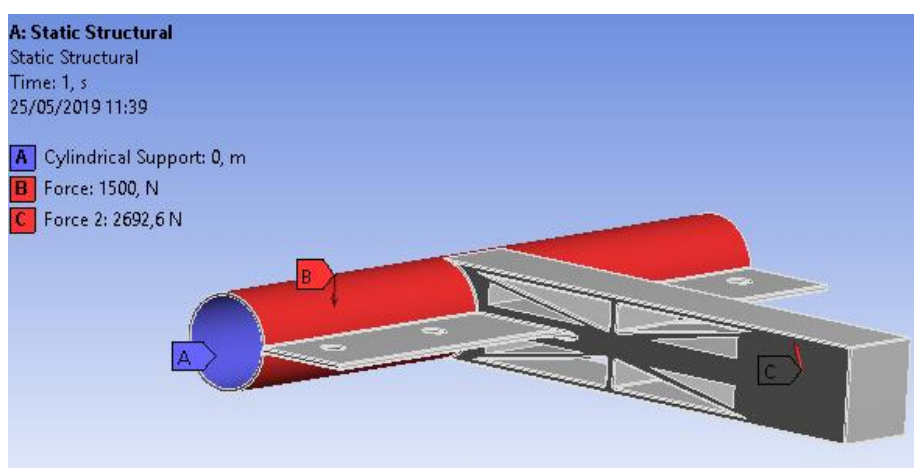


Figura 5.48. Forces i suports (Font: Pròpia)

Al fer el estudi es veu com en aquest cas la deformació final que adopta la peça és major que anteriorment, això es deu a aquesta modificació en la estructura. El valor màxim és de 3.8×10^{-4} m, és a dir, 0.38mm.

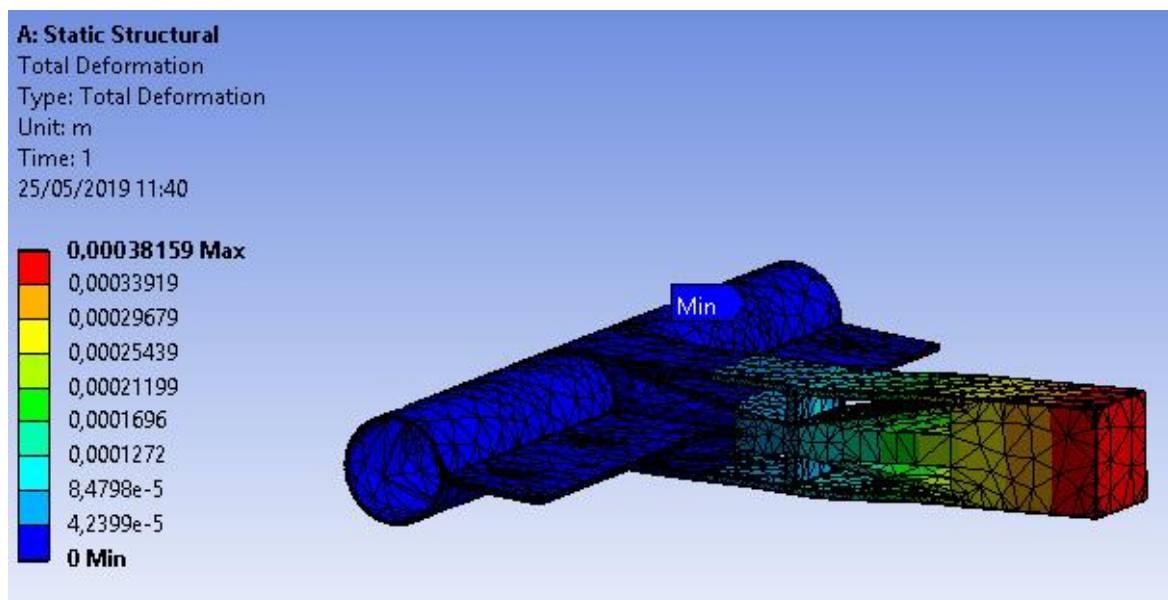


Figura 5.49. Deformació total (Font: Pròpia)

Les tensions de Von-Misses es distribueixen de manera semblant en ambdues estructures.

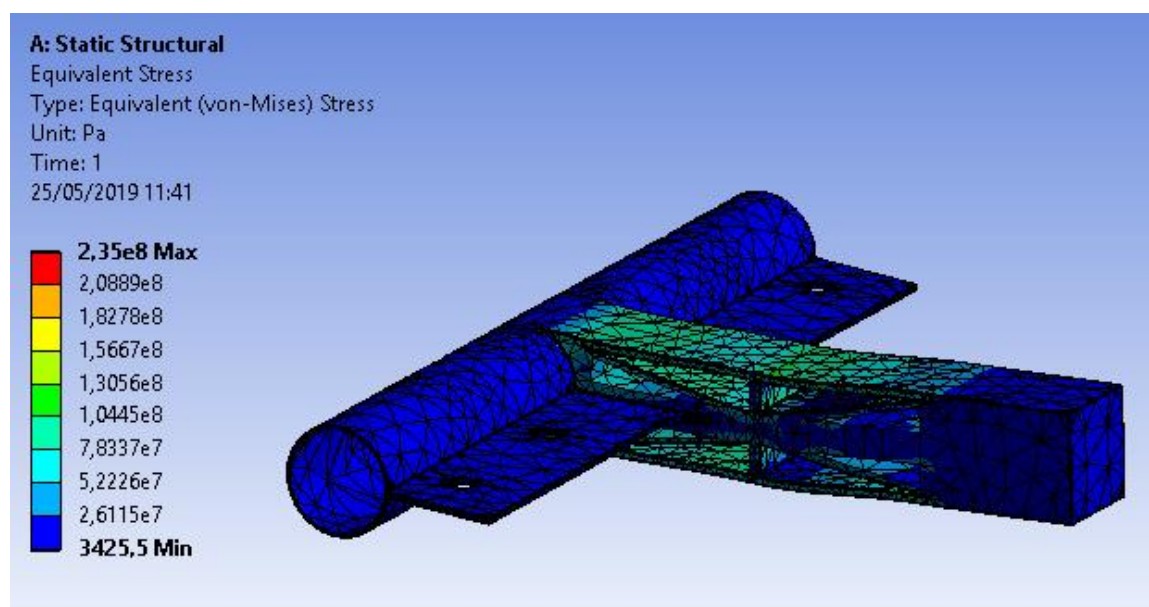


Figura 5.50. Tensió de Von-Misses (Font: Pròpia)

El canvi més significatiu, tal i com ja s'esperava, és el del valor del factor de seguretat, en aquest cas el valor mínim és de 1.06, enfront del 3.65 que es tenia anteriorment. Tot i això, és una xifra que podem acceptar en el disseny del suport.

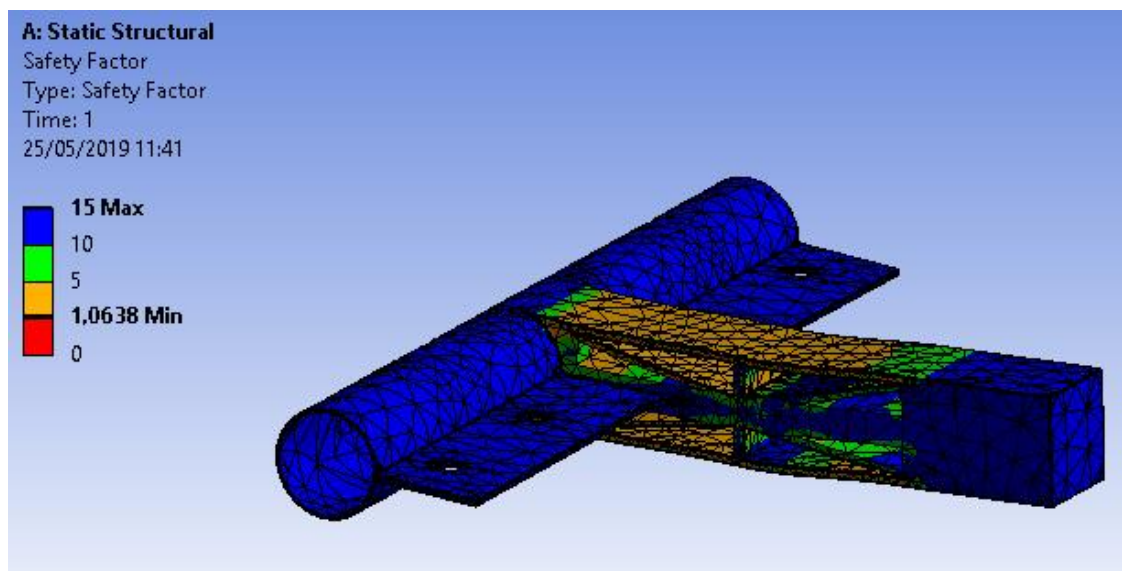


Figura 5.51. Factor de seguretat (Font: Pròpia)

En aquest últim anàlisi, al ser la peça més crítica de tot el disseny també s'ha estudiat com influeix la fatiga, el programa permet instaurar un règim on la càrrega es mou seguint la següent gràfica, on modifica el sentit en el transcurs del temps.

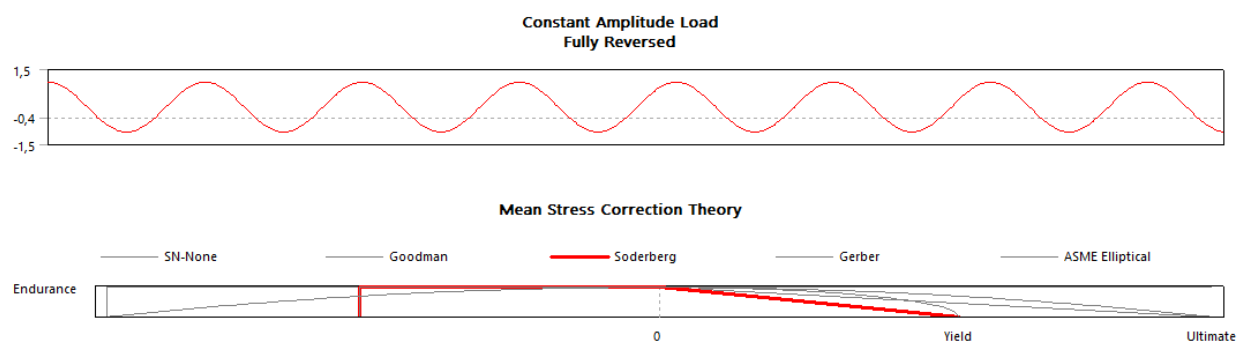


Figura 5.52. Variació càrregues (Font: Pròpia)

En aquest cas, per calcular la vida útil de l'element s'ha utilitzat el teorema de Soderberg.

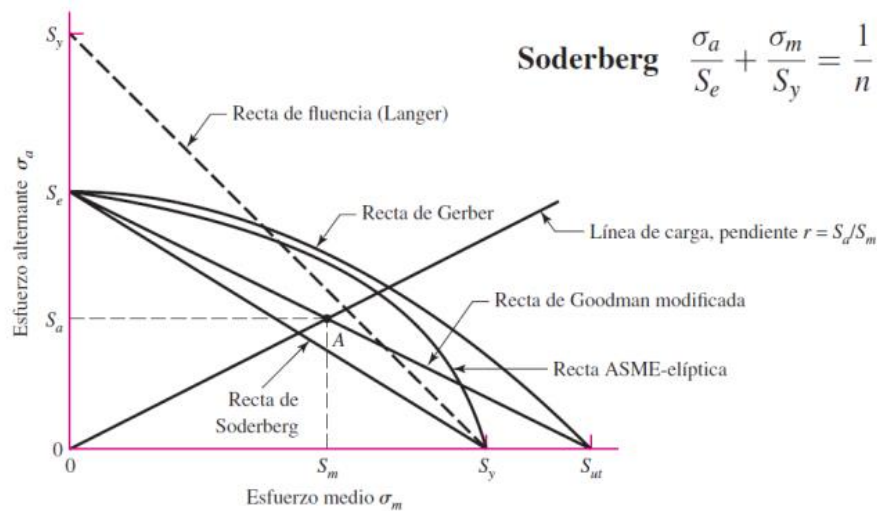


Figura 5.53. Teoria de Soderberg (Font: USACH)

Els punts que estan situats a sobre de la recta, o fora de la zona interior delimitada per aquesta, indiquen que la peça està fallant. La recta de Soderberg ve donada per les propietats del material utilitzat i la forma de l'element.

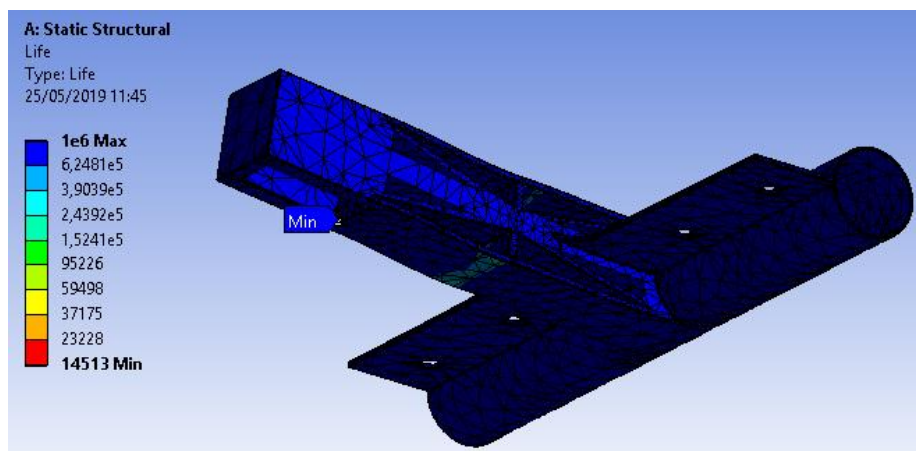


Figura 5.54. Vida de la peça (Font: Pròpia)

Tal i com s'observa la major part de l'estructura resisteix amb vida infinita, tot i que hi ha un punt on el numero de cicles que aguanta és de 14513, si s'analitza bé aquest punt també és el mateix on teníem el valor més crític del factor de seguretat. Tot i que dona que té vida finita, aquesta serà molt més elevada que el valor assignat, ja que les forces amb les que s'ha analitzat l'estructura són les més crítiques possibles. De tal manera que es considera que l'element aguanta adequadament.

6. Disseny del sistema elèctric

En aquests punt s'exposen els diferents elements que formen part de la part elèctrica del projecte. Al tractar-se de una part específica en la qual l'alumne no ha estat especialitzat en la seva formació teòrica durant el transcurs de la seva estada en la universitat, ja que la seva especialitat ha sigut la mecànica, no podrà profunditzar tant en l'anàlisi de resultats.

Es procedeix a fer un circuit elèctric capaç de detectar la inclinació que duu el vehicle en tot moment, i d'aquesta manera activar els motors per tal de poder regular la posició del seient.

Per tal de poder dur a terme la regulació de la inclinació del seient, s'ha de disposar dels següents elements principals:

- Un inclinòmetre capaç d'operar amb dos eixos diferents
- Dos motors pas a pas
- Controlador
- Components elèctrics varis per tal de dissenyar la placa base (resistències, díodes, condensadors, cablejat...)

A més a més, a part dels coneixements tècnics per tal de dissenyar correctament la placa base e interconnectar els diferents elements elèctrics, apareix la problemàtica de la programació de tot el sistema. Per tal de poder afrontar aquestl últim aspecte, s'han de saber afrontar els següents passos:

1. Extreure la informació dels sensors.
2. Analitzar les dades extretes i mitjançant una funció de transferència activar el motor en el sentit de gir adequat.
3. Comprovar el error en tot moment.
4. Un cop el seient està en la posició desitjada aturar el motor.

Pot semblar senzill, però per tal de dur a terme correctament les funcions anteriors, es necessari un coneixement ampli en el món dels components electrònics, tant en la forma de extreure les dades com d'analitzar-les.

Finalment el suport només s'inclinarà lateralment o transversalment, ja que si opera en totes dues direccions s'ha de fer un programa informàtic capaç d'enviar una senyal a la rosca de potència secundaria abans que la primària, per així també activar-la.

És a dir, quan s'activa una de les rosques de potència aquesta és mou per tal d'arribar a la posició del seient desitjada, però en el mateix instant l'altre rosca està aturada, i per tant o el seient no es mou o es col·lapsa la rosca que està parada i es parteix. Per tant, s'hauria de tindre controlat en tot moment aquest factor.

Com que inicialment el problema que es planteja per resoldre és el de la inclinació lateral, en aquest punt es calcula la funció de transferència capaç de regular aquesta, a partir del disseny final.

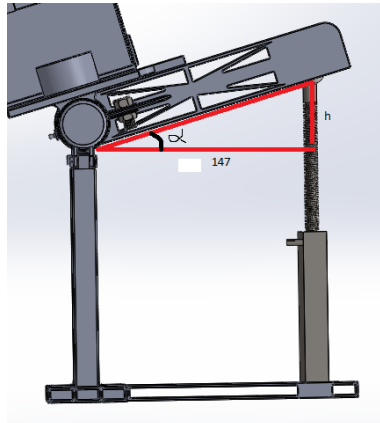


Figura 6.1. Disposició angles (Font: Pròpia)

$$\alpha = \arctg\left(\frac{h}{147}\right) \quad (\text{Eq. 6.1})$$

Amb la rosca de potència seleccionada per cada volta que realitza el motor aquest puja o baixa un mm, és a dir, 1rev=1mm. Per tant, cada mm de rosca equival a 0.25° d'inclinació de la cadira

La funció de transferència que s'ha d'aplicar a l'encoder ve donada per les relacions trigonomètriques d'un triangle, no és del tot exacte, però això es deu a que s'ha linealitzat.

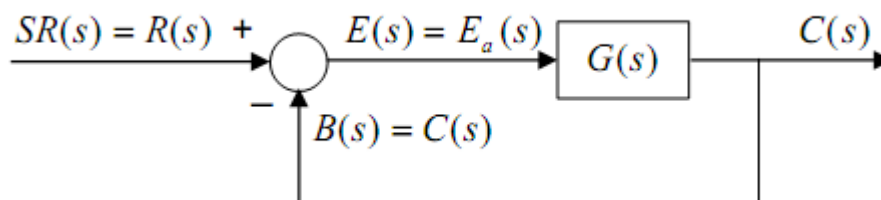


Figura 6.2. Funció de transferència amb realimentació (Font: Unimag)

Al aplicar la funció de transferència, s'utilitza aquest tipus de realimentació per tal d'analitzar el error que s'està cometent en el transcurs de la operació i anant-lo minimitzant. Tot i això, quan es desenvolupa el programa informàtic, s'ha d'aplicar una condició en la qual deixi un marge d'error, per tal de que el seient no estigui en tot moment regulant la posició correcta, de la mateixa manera que no s'activi quan rebi una senyal de un temps mínim produïda per qualsevol pertorbació.

El motor que s'ha seleccionat és un motor pas a pas amb un angle d'inclinació de 1.8° , és a dir té 200 passos per volta, així doncs s'ha de calcular quants graus d'inclinació s'assimilen a cada pas.

$$200 \text{ passos} = 1 \text{ mm} = 0.25^\circ \rightarrow 1 \text{ pas} = 0.00125^\circ \quad (\text{Eq. 6.2})$$

Per tant la funció de transferència que s'ha d'introduir en el controlador és la següent:

$$\text{passos} = \frac{\alpha}{0.00125} \quad (\text{Eq. 6.3})$$

A continuació es calcula la potència necessària al elevar la rosca de potència, per tal de estudiar si el motor pas a pas seleccionat és capaç de fer pujar la càrrega.

Haurà de complir la següent condició:

$$\text{PotènciaMotor} > \text{PotènciaRosca} \quad (\text{Eq. 6.4})$$

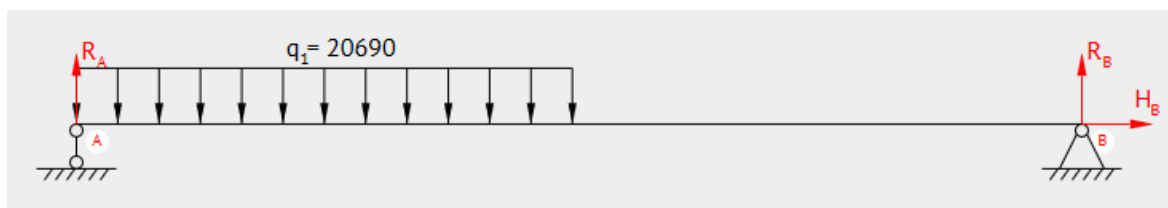


Figura 6.3. Forces que actuen en el braç del suport (Font: BeamGuru)

Si es soluciona el sistema plantejat en la imatge anterior, els resultats són els següents:

- $R_A = 1130 \text{ N}$
- $R_B = 370 \text{ N}$

El valor amb el que s'ha de treballar és el segon, és a dir el de 370 N, que es tradueix a uns 37 kg de força, per un pes de 150kg, és a dir el més crític.

Si s'analitza la figura 6.4, s'observa una gràfica que relaciona el parell motor que desenvolupa el motor pas a pas enfront a les revolucions en les que treballa.

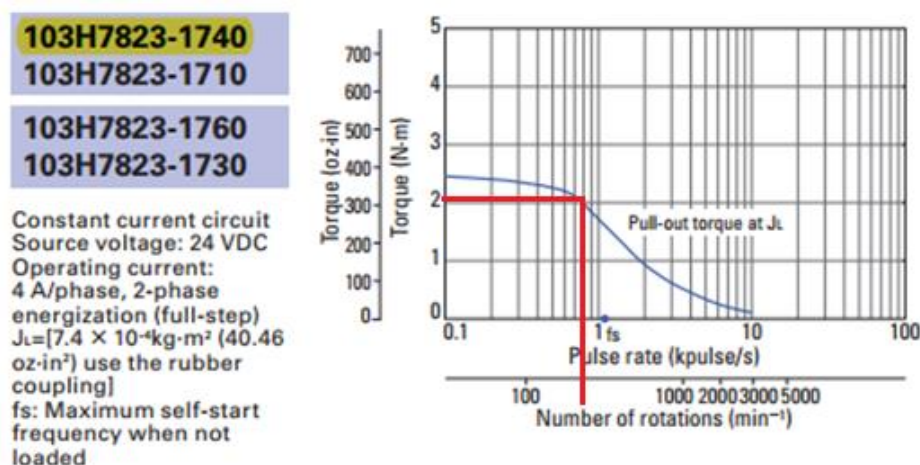


Figura 6.4. Diagrama característic (Font: SanyoDenki)

Es selecciona un règim de gir de 300 rpm, el qual genera un parell motor de 2 N·m. Per calcular la potència d'aquest motor s'han de passar les rpm a rad/s.

$$300 \text{ rpm} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 31.415 \text{ rad/s} \quad (\text{Eq. 6.5})$$

$$P_M = M \cdot \omega = 2 \cdot 31.415 = 62.83 \text{ W} \quad (\text{Eq. 6.6})$$

Un cop ja s'ha obtingut el valor de la potència que genera el motor pas a pas, s'ha de comprovar que aquesta sigui superior a la que necessita el cargol de potència, per tal de verificar aquesta sol·licitació s'observa la taula següent:

Model	Diam Pitch	Gear Ratio	1800RPM			1500RPM			1200RPM			900RPM			600RPM			300RPM		
			Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)
RN-05T	20mm	1/5	0.2	100	1800	0.2	120	1500	0.2	160	1200	0.18	180	900	0.13	200	600	0.08	250	300
	ACME	1/10	0.1	100	900	0.19	160	750	0.13	190	600	0.1	200	450	0.08	230	300	0.05	280	150
	P=5	1/20	0.07	120	450	0.09	180	375	0.09	210	300	0.08	250	225	0.05	250	150	0.03	300	75

Taula 6.1. Propietats cargol de potència (Font: NOSEN M&E)

El valor de la potència d'entrada quan la rosca gira a 300 rpm, és de 0.08 CV, que equival a 58.88 W, també s'observa que és capaç d'eleva una càrrega de 250Kg, amb una velocitat lineal de 300 mm/s.

$$\begin{aligned} \textit{PotènciaMotor} &> \textit{PotènciaRosca} && \textbf{(Eq. 6.7)} \\ 62.83 &> 58.88 \end{aligned}$$

Per tant, el motor pas a pas seleccionat és capaç d'eleva la càrrega a la que està sotmès, i avança a una velocitat de 5mm/s. Que es tradueix en una correcció de la inclinació de 1.25º/s.

7. Estudi de la millora d'ergonomia en el conductor

Per el desenvolupament d'aquest punt, s'hauria d'utilitzar algun software capaç de determinar l'ergonomia en el lloc i posició de treball, com podria ser el Ergo/IBV, un programa capaç d'avaluar i generar recomanacions de disseny associats als riscos ergonòmics i de salut laboral.

Al no tindre accés a aquest programa, s'analitzarà per sobre les forces que ha de suportar el ocupant del vehicle en el seu entorn de treball avui en dia, és a dir, sense el disseny desenvolupat en aquest projecte.

Es simplifica el sistema de la següent forma:

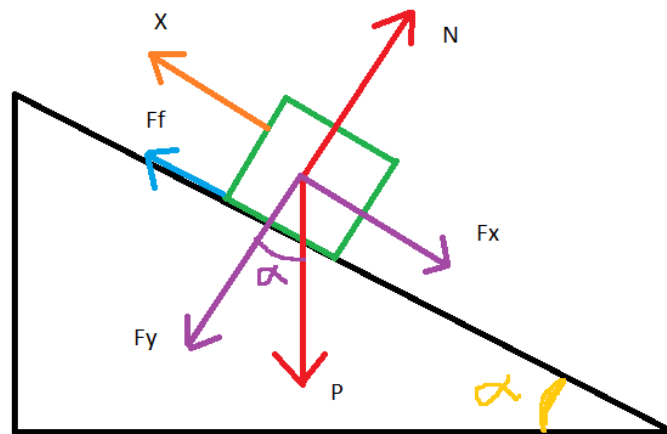


Figura 7.1. Diagrama de forces (Font: Pròpia)

Es fa un estudi de la força que ha d'exercir el conductor del vehicle per tal de mantenir-se en la posició de treball i no patinar per el seient (X).

Els valors amb els que s'ha fet aquest estudi són els següents:

- $P = 150 \text{ Kg}$
- Angle = 15°
- Coeficient de fricció Nylon = 0.15

Primer de tot es calcula la força normal, es té en compte que el sumatori de forces en el eix de les Y ha de ser igual a 0, per tant:

$$N = 1509.81 \cdot \cos 15 = 1421.36N \quad (\text{Eq. 7.1})$$

Un cop ja es té el valor de la força normal calculat, es procedeix a trobar la força de fregament i la força amb component X del pes.

$$F_F = N \cdot \mu = 1421.36 \cdot 0.15 = 213.2N \quad (\text{Eq. 7.2})$$

$$F_X = 1509.81 \cdot \sin 15 = 380.85N \quad (\text{Eq. 7.3})$$

Al tindre tots els valors de les forces que actuen en el eix de les X, menys la que ha de fer el conductor, es fa un sumatori d'aquestes, el qual ha de donar 0.

$$\begin{aligned} \sum F &= 0 & (\text{Eq. 7.4}) \\ X + F_F - F_X &= 0 \\ X = F_X - F_F &= 380.85 - 213.2 = 167.65N \rightarrow 17.1Kg \end{aligned}$$

De tal manera que si s'analitzen els resultats, el conductor del vehicle per una inclinació lateral de 15º, està exercint una força lateral amb la zona lumbar de 167.65N d'una manera prolongada.

Aquesta component lateral queda eliminada amb el disseny desenvolupat en aquest projecte, és a dir, el conductor del vehicle només li afecta la força en la component Y, la qual no se li pot fer res ja que és la gravitacional.

8. Anàlisi de l'impacte ambiental

Per tal de poder desenvolupar aquest apartat s'ha utilitzat el software informàtic facilitat per la universitat ECO AUDIT, que és un paquet que va incorporat dins del CES EDUPACK.

En el estudi de l'anàlisi es té en compte que totes les peces i elements necessaris són de proximitat, és a dir, el trajecte que han de fer és petit, i per tant s'assigna que les peces arriben amb vehicles de transport lleuger.

Es realitzaran dos estudis un per els components de la part del seient i l'altre per la part del suport, en ambdós es presenten inicialment els resultats en general, i posteriorment un estudi amb més profunditat.

S'ha valoritzat la vida del producte en 30 anys útils.

En aquest estudi s'analitza l'energia que consumeix cada material durant tot el procés de producció fins al final de vida assignat en MJ. A més a més, també es fa un estudi de la petjada ecològica de CO₂, en Kg, durant aquest transcurs.

Primer de tot s'obté un resultat en general, i a continuació s'exposa l'informe detallat en les següents part:

- Material: té en compte el material del que està compostat cada component, d'on procedeix i la quantitat.
- Manufactura: en aquest punt s'avalua el procés de fabricació i els Kg de material.
- Transport: s'estudia tal i com ha arribat el component al lloc de muntatge, és a dir, el medi de transport i posteriorment es desglossa el resultat amb el pes de cada component.
- Ús: estima el consum estàtic (si utilitza algun mecanisme amb energia, en aquest projecte el motor elèctric) i el consum dinàmic (si va en algun tipus de vehicle, en aquest cas el tractor), a més a més, els compara entre ells.
- Final de vida: l'impacte ambiental que tindrà un cop deix de ser útil.
- Potencial final de vida: l'energia que es pot estalviar si es reutilitzen els components al final de la seva vida útil. Aquest valor apareix en negatiu a les gràfiques perquè és energia que no es consumeix, com si es recicla.

8.1. Seient

8.1.1. Anàlisi general

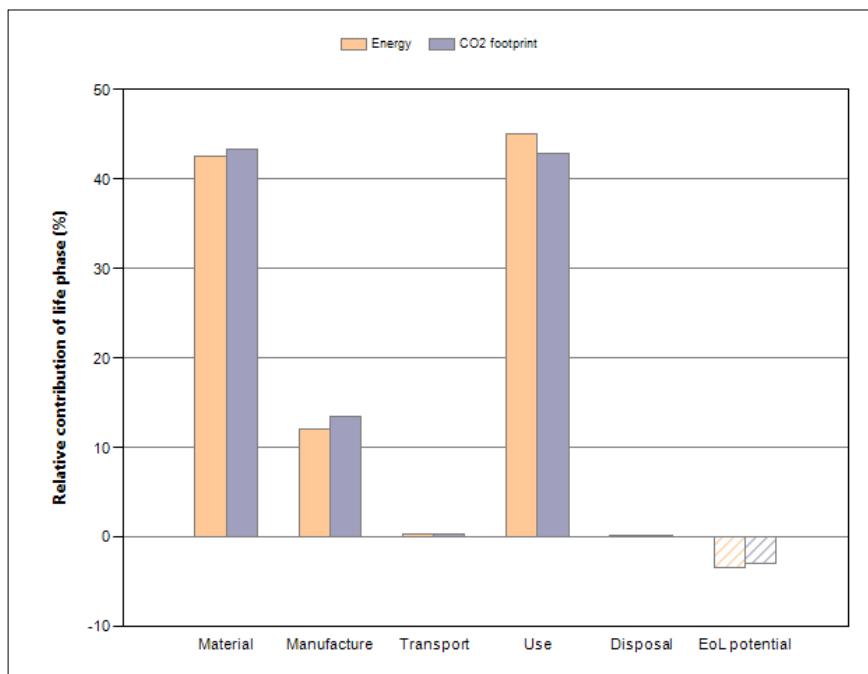


Figura 8.1. Anàlisi general (Font: Pròpia)

Phase	Energy (MJ)	Energy (%)	CO2 footprint (kg)	CO2 footprint (%)
Material	385	42,6	26,1	43,3
Manufacture	108	12,0	8,13	13,5
Transport	3,04	0,3	0,219	0,4
Use	408	45,1	25,9	42,9
Disposal	0,0728	0,0	0,0051	0,0
Total (for first life)	904	100	60,4	100
End of life potential	-30,7		-1,81	

Taula 8.1. Anàlisi general (Font: Pròpia)

8.1.2. Anàlisi de la energia consumida

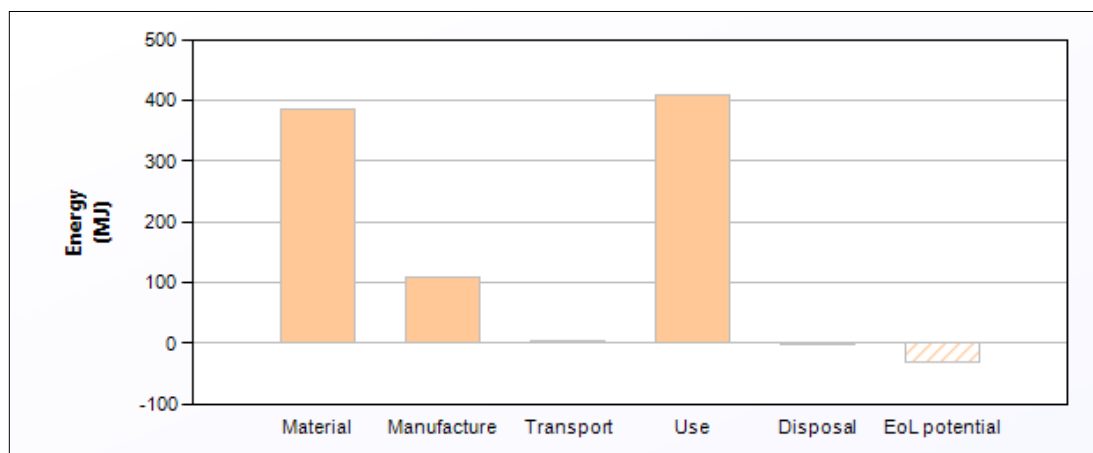


Figura 8.2. Anàlisi energia consumida (Font: Pròpia)

8.1.2.1. Material

Component	Material	Recycled content* (%)	Part mass (kg)	Qty.	Total mass (kg)	Energy (MJ)	%
Barra posterior seient	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	2	1	2	52	13,6
Barra unió seient	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	5,3	1	5,3	1,4e+02	36,2
Braç 90	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,077	1	0,077	2	0,5
Braç 110	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,095	1	0,095	2,5	0,6
Braç 130	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,11	1	0,11	2,9	0,8
Braç 150	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,13	1	0,13	3,4	0,9
Braç 170	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,15	1	0,15	3,9	1,0
Part inferior seient	Acero ordinario de bajo	Virgin (0%)	0,92	1	0,92	24	6,3

	contenido en carbono						
Part superior seient	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	4,4	1	4,4	1,2e+02	30,0
Passador aletes gran	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,0011	1	0,0011	0,096	0,0
Passador gran	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,16	1	0,16	13	3,4
Torca M6	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,0017	10	0,017	1,4	0,4
Tomillo M6	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,019	10	0,19	16	4,2
Unió inferior posterior	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,3	1	0,3	7,9	2,1
Total				32	14	3,8e+02	100

Taula 8.2. Anàlisi Material (Font: Pròpia)

8.1.2.2. Manufactura

Component	Process	Amount processed	Energy (MJ)	%
Barra posterior seient	Casting	2 kg	23	21,2
Barra unió seient	Extrusion, foil rolling	5,3 kg	27	25,0
Braç 90	Extrusion, foil rolling	0,077 kg	0,39	0,4
Braç 110	Extrusion, foil rolling	0,095 kg	0,49	0,4
Braç 130	Extrusion, foil rolling	0,11 kg	0,57	0,5
Braç 150	Extrusion, foil rolling	0,13 kg	0,66	0,6
Braç 170	Extrusion, foil rolling	0,15 kg	0,75	0,7

Part inferior seient	Casting	0,92 kg	11	9,8
Part superior seient	Extrusion, foil rolling	4,4 kg	22	20,7
Passador aletes gran	Wire drawing	0,0011 kg	0,065	0,1
Passador gran	Wire drawing	0,16 kg	8,9	8,2
Torca M6	Wire drawing	0,017 kg	0,96	0,9
Tomillo M6	Wire drawing	0,19 kg	11	10,0
Unió inferior posterior	Extrusion, foil rolling	0,3 kg	1,5	1,4
Total			1,1e+02	100

Taula 8.3. Anàlisi Manufactura (Font: Pròpia)

8.1.2.3. Transport

Stage name	Transport type	Distance (km)	Energy (MJ)	%
1	Light goods vehicle	1e+02	3	100,0
Total		1e+02	3	100

Taula 8.4. Anàlisi Vehicle (Font: Pròpia)

Component	Mass (kg)	Energy (MJ)	%
Barra posterior seient	2	0,44	14,4
Barra unió seient	5,3	1,2	38,4
Braç 90	0,077	0,017	0,6
Braç 110	0,095	0,021	0,7
Braç 130	0,11	0,025	0,8
Braç 150	0,13	0,028	0,9
Braç 170	0,15	0,032	1,1
Part inferior seient	0,92	0,2	6,6
Part superior seient	4,4	0,97	31,8
Passador aletes gran	0,0011	0,00025	0,0
Passador gran	0,16	0,034	1,1
Torca M6	0,017	0,0037	0,1
Tomillo M6	0,19	0,042	1,4
Unió inferior posterior	0,3	0,066	2,2
Total	14	3	100

Taula 8.5. Anàlisi Transport Components (Font: Pròpia)

8.1.2.4. Ús

Energy input and output type	Electric to mechanical (electric motors)	Fuel and mobility type	Diesel -14 tonne(2 axle) truck
Country of use	Spain	Country of use	Spain
Power rating (N.mm/s)	1,6e+03	Product mass (kg)	14
Usage (hours per day)	4	Distance (km per day)	16
Usage (days per year)	1,5e+02	Usage (days per year)	1,5e+02
Product life (years)	30	Product life (years)	30

Taula 8.6. Anàlisi Estàtic (Font: Pròpia)

Taula 8.7. Anàlisi Dinàmic (Font: Pròpia)

Mode	Energy (MJ)	%
Static	2,3e+02	22,8
Mobile	7,7e+02	77,2
Total	1e+03	100

Taula 8.8. Anàlisi contribució relativa (Font: Pròpia)

Component	Energy (MJ)	%
Barra posterior seient	26	14,4
Barra unió seient	69	38,4
Braç 90	1	0,6
Braç 110	1,2	0,7
Braç 130	1,5	0,8
Braç 150	1,7	0,9
Braç 170	1,9	1,1
Part inferior seient	12	6,6
Part superior seient	57	31,8
Passador aletes gran	0,015	0,0
Passador gran	2	1,1
Torca M6	0,22	0,1
Tomillo M6	2,5	1,4
Unió inferior posterior	3,9	2,2
Total	1,8e+02	100

Taula 8.9. Anàlisi contribució dinàmica components (Font: Pròpia)

8.1.2.5. Final de vida

Component	End of life option	Energy (MJ)	%
Barra posterior seient	None	0	0,0
Barra unió seient	None	0	0,0
Braç 90	None	0	0,0
Braç 110	None	0	0,0
Braç 130	None	0	0,0
Braç 150	None	0	0,0
Braç 170	None	0	0,0
Part inferior seient	None	0	0,0
Part superior seient	None	0	0,0
Passador aletes gran	Reuse	0,00023	0,3
Passador gran	Reuse	0,031	42,9
Torca M6	Reuse	0,0034	4,6
Tornillo M6	Reuse	0,038	52,2
Unió inferior posterior	None	0	0,0
Total		0,073	100

Taula 8.10. Anàlisi final de vida (Font: Pròpia)

8.1.2.6. Potencial de final de vida

Component	End of life option	Energy (MJ)	%
Barra posterior seient	None	0	0,0
Barra unió seient	None	0	0,0
Braç 90	None	0	0,0
Braç 110	None	0	0,0
Braç 130	None	0	0,0
Braç 150	None	0	0,0
Braç 170	None	0	0,0
Part inferior seient	None	0	0,0
Part superior seient	None	0	0,0
Passador aletes gran	Reuse	-0,096	0,3
Passador gran	Reuse	-13	42,9
Torca M6	Reuse	-1,4	4,6
Tomillo M6	Reuse	-16	52,2
Unió inferior posterior	None	0	0,0
Total		-31	100

Taula 8.11. Anàlisi potencial final de vida (Font: Pròpia)

8.1.3. Anàlisi de la petjada ecològica

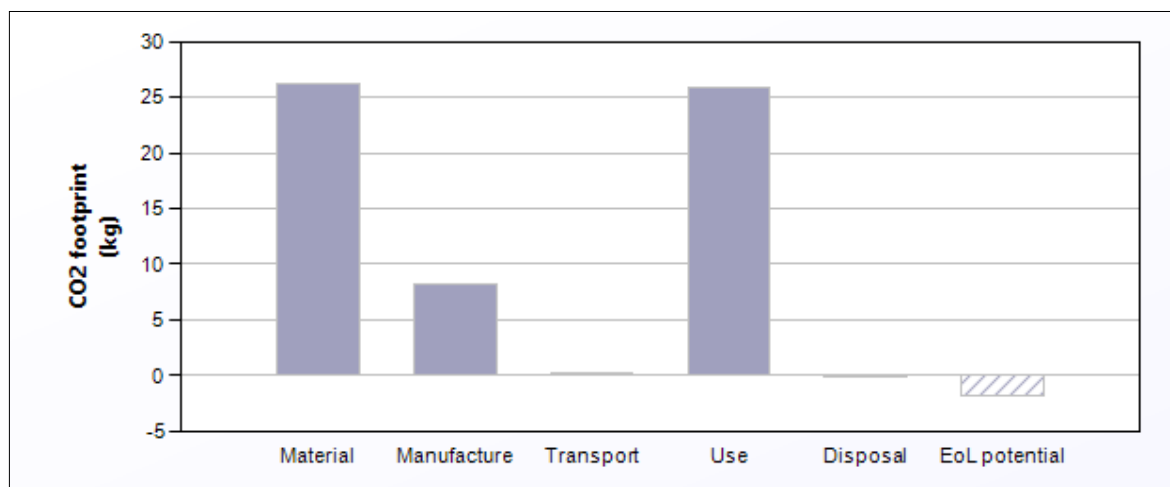


Figura 8.3. Anàlisi petjada ecològica (Font: Pròpia)

8.1.3.1. Material

Component	Material	Recycled content* (%)	Part mass (kg)	Qty.	Total mass (kg)	CO2 footprint (kg)	%
Barra posterior seient	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	2	1	2	3,6	13,7
Barra unió seient	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	5,3	1	5,3	9,6	36,7
Braç 90	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,077	1	0,077	0,14	0,5
Braç 110	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,095	1	0,095	0,17	0,7
Braç 130	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,11	1	0,11	0,2	0,8
Braç 150	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,13	1	0,13	0,23	0,9
Braç 170	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,15	1	0,15	0,27	1,0

Part inferior seient	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,92	1	0,92	1,7	6,3
Part superior seient	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	4,4	1	4,4	7,9	30,4
Passador aletes gran	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,0011	1	0,0011	0,0057	0,0
Passador gran	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,16	1	0,16	0,78	3,0
Torca M6	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,0017	10	0,017	0,084	0,3
Tomillo M6	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,019	10	0,19	0,95	3,6
Unió inferior posterior	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,3	1	0,3	0,55	2,1
Total				32	14	26	100

Taula 8.12. Anàlisi material (Font: Pròpia)

8.1.3.2. Manufactura

Component	Process	Amount processed	CO2 footprint (kg)	%
Barra posterior seient	Casting	2 kg	1,7	21,3
Barra unió seient	Extrusion, foil rolling	5,3 kg	2	25,0
Braç 90	Extrusion, foil rolling	0,077 kg	0,029	0,4
Braç 110	Extrusion, foil rolling	0,095 kg	0,036	0,4
Braç 130	Extrusion, foil rolling	0,11 kg	0,043	0,5
Braç 150	Extrusion, foil rolling	0,13 kg	0,049	0,6

Braç 170	Extrusion, foil rolling	0,15 kg	0,056	0,7
Part inferior seient	Casting	0,92 kg	0,8	9,8
Part superior seient	Extrusion, foil rolling	4,4 kg	1,7	20,7
Passador aletes gran	Wire drawing	0,0011 kg	0,0049	0,1
Passador gran	Wire drawing	0,16 kg	0,67	8,2
Torca M6	Wire drawing	0,017 kg	0,072	0,9
Tomillo M6	Wire drawing	0,19 kg	0,82	10,0
Unió inferior posterior	Extrusion, foil rolling	0,3 kg	0,12	1,4
Total			8,1	100

Taula 8.13. Anàlisi manufactura (Font: Pròpia)

8.1.3.3. Transport

Stage name	Transport type	Distance (km)	CO2 footprint (kg)	%
1	Light goods vehicle	1e+02	0,22	100,0
Total		1e+02	0,22	100

Taula 8.14. Anàlisi vehicle (Font: Pròpia)

Component	Mass (kg)	CO2 footprint (kg)	%
Barra posterior seient	2	0,031	14,4
Barra unió seient	5,3	0,084	38,4
Braç 90	0,077	0,0012	0,6
Braç 110	0,095	0,0015	0,7
Braç 130	0,11	0,0018	0,8
Braç 150	0,13	0,002	0,9
Braç 170	0,15	0,0023	1,1
Part inferior seient	0,92	0,014	6,6
Part superior seient	4,4	0,07	31,8
Passador aletes gran	0,0011	1,8e-05	0,0
Passador gran	0,16	0,0025	1,1
Torca M6	0,017	0,00027	0,1
Tomillo M6	0,19	0,003	1,4
Unió inferior posterior	0,3	0,0048	2,2
Total	14	0,22	100

Taula 8.15. Anàlisi transport components (Font: Pròpia)

8.1.3.4. Ús

Energy input and output type	Electric to mechanical (electric motors)
Country of use	Spain
Power rating (N.mm/s)	1,6e+03
Usage (hours per day)	4
Usage (days per year)	1,5e+02
Product life (years)	30

Taula 8.16. Anàlisi estàtic (Font: Pròpia)

Fuel and mobility type	Diesel - 14 tonne (2 axle) truck
Country of use	Spain
Product mass (kg)	14
Distance (km per day)	16
Usage (days per year)	1,5e+02
Product life (years)	30

Taula 8.16. Anàlisi dinàmic (Font: Pròpia)

Mode	CO2 footprint (kg)	%
Static	13	50,2
Mobile	13	49,8
Total	26	100

Taula 8.17. Anàlisi contribució relativa (Font: Pròpia)

Component	CO2 footprint (kg)	%
Barra posterior seient	1,9	14,4
Barra unió seient	4,9	38,4
Braç 90	0,072	0,6
Braç 110	0,089	0,7
Braç 130	0,1	0,8
Braç 150	0,12	0,9
Braç 170	0,14	1,1
Part inferior seient	0,85	6,6
Part superior seient	4,1	31,8
Passador aletes gran	0,0011	0,0
Passador gran	0,15	1,1
Torca M6	0,016	0,1
Tomillo M6	0,18	1,4
Unió inferior posterior	0,28	2,2
Total	13	100

Taula 8.18. Anàlisi contribució dinàmica components (Font: Pròpia)

8.1.3.5. Final de vida

Component	End of life option	CO2 footprint (kg)	%
Barra posterior seient	None	0	0,0
Barra unió seient	None	0	0,0
Braç 90	None	0	0,0
Braç 110	None	0	0,0
Braç 130	None	0	0,0
Braç 150	None	0	0,0
Braç 170	None	0	0,0
Part inferior seient	None	0	0,0
Part superior seient	None	0	0,0
Passador aletes gran	Reuse	1,6e-05	0,3
Passador gran	Reuse	0,0022	42,9
Torca M6	Reuse	0,00024	4,6
Tornillo M6	Reuse	0,0027	52,2
Unió inferior posterior	None	0	0,0
Total		0,0051	100

Taula 8.19. Anàlisi final de vida (Font: Pròpia)

8.1.3.6. Potencial del final de vida

Component	End of life option	CO2 footprint (kg)	%
Barra posterior seient	None	0	0,0
Barra unió seient	None	0	0,0
Braç 90	None	0	0,0
Braç 110	None	0	0,0
Braç 130	None	0	0,0
Braç 150	None	0	0,0
Braç 170	None	0	0,0
Part inferior seient	None	0	0,0
Part superior seient	None	0	0,0
Passador aletes gran	Reuse	-0,0057	0,3
Passador gran	Reuse	-0,78	42,9
Torca M6	Reuse	-0,084	4,6
Tomillo M6	Reuse	-0,95	52,2
Unió inferior posterior	None	0	0,0
Total		-1,8	100

Taula 8.20. Anàlisi potencial final de vida (Font: Pròpia)

8.2. Suport

8.2.1. Anàlisi general

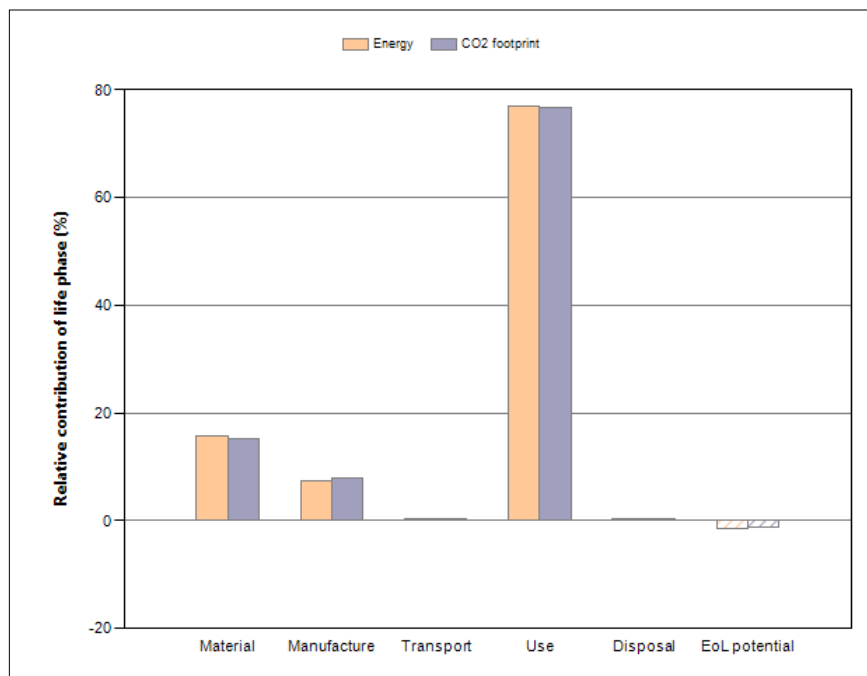


Figura 8.4. Anàlisi general (Font: Pròpia)

Phase	Energy (MJ)	Energy (%)	CO2 footprint (kg)	CO2 footprint (%)
Material	203	15,6	13,7	15,3
Manufacture	94,5	7,3	7,1	7,9
Transport	1,58	0,1	0,114	0,1
Use	1e+03	77,0	68,8	76,6
Disposal	0,0469	0,0	0,00329	0,0
Total (for first life)	1,3e+03	100	89,7	100
End of life potential	-19,8		-1,17	

Taula 8.21. Anàlisi general (Font: Pròpia)

8.2.2. Anàlisi de la energia consumida

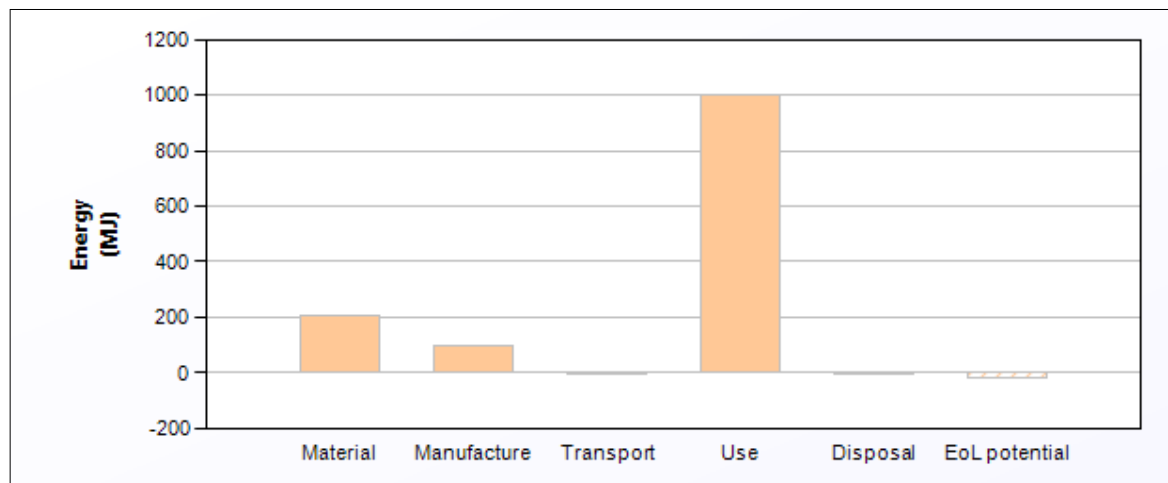


Figura 8.5. Anàlisi energia consumida (Font: Pròpia)

8.2.2.1. Material

Component	Material	Recycled content* (%)	Part mass (kg)	Qty.	Total mass (kg)	Energy (MJ)	%
bancada	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	1,8	1	1,8	48	23,9
abraçadera de pont	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,0021	4	0,0085	0,72	0,4
eix	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	1,8	1	1,8	47	23,3
engrasador	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,0015	1	0,0015	0,12	0,1
passador aletes petit	Acero inoxidable	Virgin (0%)	2e-05	2	4e-05	0,0034	0,0
passador petit	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,039	2	0,078	2	1,0
braç suport	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	1,1	1	1,1	28	13,7

unió eix-pota	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,022	2	0,044	1,2	0,6
torca M6	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,0017	4	0,0067	0,57	0,3
Tornillo M6	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,019	12	0,23	19	9,5
Pota	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,26	2	0,51	13	6,6
Pota Rosca	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,21	1	0,21	5,6	2,7
Unio seient-suport	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	1,4	1	1,4	37	18,0
Total				34	7,2	2e+02	100

Taula 8.22. Anàlisi material (Font: Pròpia)

8.2.2.2. Manufactura

Component	Process	Amount processed	Energy (MJ)	%
bancada	Extrusion, foil rolling	1,8 kg	9,4	10,0
abraçadera de pont	Roll forming	0,0085 kg	0,067	0,1
eix	Wire drawing	1,8 kg	33	34,8
engrasador	Casting	0,0015 kg	0,016	0,0
passador aletes petit	Wire drawing	4e-05 kg	0,0023	0,0
passador petit	Wire drawing	0,078 kg	1,4	1,5
braç suport	Casting	1,1 kg	12	12,9

unió eix-pota	Casting	0,044 kg	0,51	0,5
torça M6	Wire drawing	0,0067 kg	0,38	0,4
Tomillo M6	Wire drawing	0,23 kg	13	13,8
Pota	Casting	0,51 kg	5,9	6,3
Pota Rosca	Casting	0,21 kg	2,4	2,6
Unio seient-suport	Casting	1,4 kg	16	17,1
Total			94	100

Taula 8.23. Anàlisi manufactura (Font: Pròpia)

8.2.2.3. Transport

Stage name	Transport type	Distance (km)	Energy (MJ)	%
1	Light goods vehicle	1e+02	1,6	100,0
Total		1e+02	1,6	100

Taula 8.24. Anàlisi vehicle (Font: Pròpia)

Component	Mass (kg)	Energy (MJ)	%
bancada	1,8	0,41	25,7
abraçadera de pont	0,0085	0,0019	0,1
eix	1,8	0,4	25,0
engrasador	0,0015	0,00032	0,0
passador aletes petit	4e-05	8,8e-06	0,0
passador petit	0,078	0,017	1,1
braç suport	1,1	0,23	14,7
unió eix-pota	0,044	0,0097	0,6
torca M6	0,0067	0,0015	0,1
Tomillo M6	0,23	0,05	3,2
Pota	0,51	0,11	7,1
Pota Rosca	0,21	0,046	2,9
Unio seient-suport	1,4	0,31	19,4
Total	7,2	1,6	100

Taula 8.25. Anàlisi transport components (Font: Pròpia)

8.2.2.4. Ús

Energy input and output type	Electric to mechanical (electric motors)
Country of use	Spain
Power rating (N.mm/s)	1,6e+03
Usage (hours per day)	4
Usage (days per year)	1,5e+02
Product life (years)	30

Taula 8.26. Anàlisi estàtic (Font: Pròpia)

Fuel and mobility type	Diesel - 14 tonne (2 axle) truck
Country of use	Spain
Product mass (kg)	7,2
Distance (km per day)	16
Usage (days per year)	1,5e+02
Product life (years)	30

Taula 8.27. Anàlisi dinàmic (Font: Pròpia)

Mode	Energy (MJ)	%
Static	2,3e+02	22,8
Mobile	7,7e+02	77,2
Total	1e+03	100

Taula 8.28. Anàlisi contribució relativa (Font: Pròpia)

Component	Energy (MJ)	%
bancada	2e+02	25,7
abraçadera de pont	0,92	0,1
eix	1,9e+02	25,0
engrasador	0,16	0,0
passador aletes petit	0,0043	0,0
passador petit	8,4	1,1
braç suport	1,1e+02	14,7
unió eix-pota	4,8	0,6
torca M6	0,73	0,1
Tomillo M6	25	3,2
Pota	55	7,1
Pota Rosca	23	2,9
Unio seient-suport	1,5e+02	19,4
Total	7,7e+02	100

Taula 8.29. Anàlisi contribució dinàmica components (Font: Pròpia)

8.2.2.5. Final de vida

Component	End of life option	Energy (MJ)	%
bancada	None	0	0,0
abraçadera de pont	None	0	0,0
eix	None	0	0,0
engrasador	None	0	0,0
passador aletes petit	None	0	0,0
passador petit	None	0	0,0
braç suport	None	0	0,0
unió eix-pota	None	0	0,0
torca M6	Reuse	0,0013	2,9
Tomillo M6	Reuse	0,046	97,1
Pota	None	0	0,0
Pota Rosca	None	0	0,0
Unio seient-suport	None	0	0,0
Total		0,047	100

Taula 8.30. Anàlisi final de vida (Font: Pròpia)

8.2.2.6. Potencial del final de vida

Component	End of life option	Energy (MJ)	%
bancada	None	0	0,0
abraçadera de pont	None	0	0,0
eix	None	0	0,0
engrasador	None	0	0,0
passador aletes petit	None	0	0,0
passador petit	None	0	0,0
braç suport	None	0	0,0
unió eix-pota	None	0	0,0
torca M6	Reuse	-0,57	2,9
Tomillo M6	Reuse	-19	97,1
Pota	None	0	0,0
Pota Rosca	None	0	0,0
Unio seient-suport	None	0	0,0
Total		-20	100

Taula 8.31. Anàlisi potencial final de vida (Font: Pròpia)

8.2.3. Anàlisi de la petjada ecològica

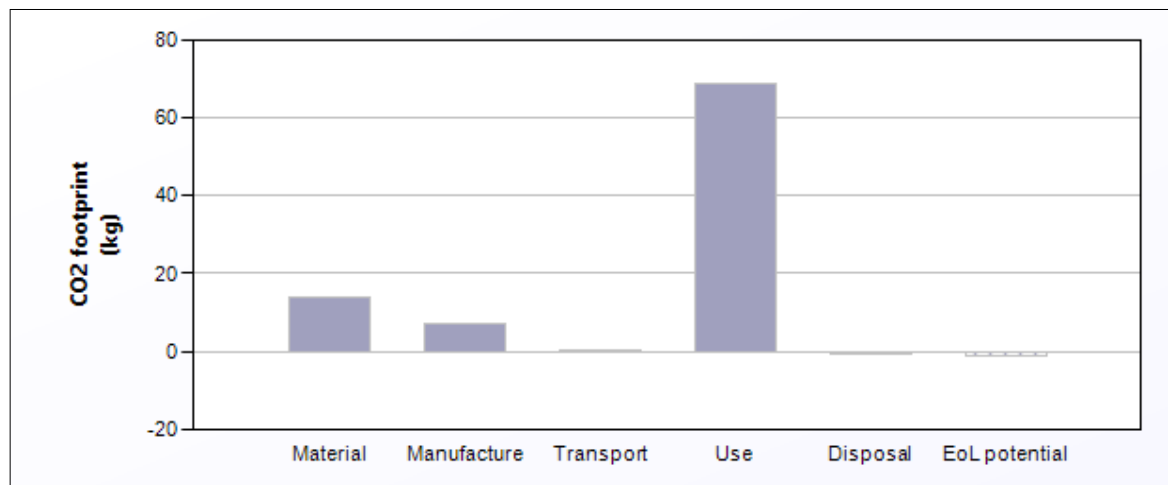


Figura 8.6. Anàlisi petjada ecològica (Font: Pròpia)

8.2.3.1. Material

Component	Material	Recycled content* (%)	Part mass (kg)	Qty.	Total mass (kg)	CO2 footprint (kg)	%
bancada	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	1,8	1	1,8	3,3	24,2
abraçadera de pont	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,0021	4	0,0085	0,042	0,3
eix	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	1,8	1	1,8	3,2	23,6
engrasador	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,0015	1	0,0015	0,0072	0,1
passador aletes petit	Acero inoxidable	Virgin (0%)	2e-05	2	4e-05	0,0002	0,0
passador petit	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,039	2	0,078	0,14	1,0
braç suport	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	1,1	1	1,1	1,9	13,9
unió eix-pota	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,022	2	0,044	0,08	0,6

torca M6	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,0017	4	0,0067	0,033	0,2
Tomillo M6	Acero inoxidable	Virgin (0%)	0,019	12	0,23	1,1	8,3
Pota	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,26	2	0,51	0,93	6,7
Pota Rosca	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	0,21	1	0,21	0,38	2,8
Unio seient-suport	Acero ordinario de bajo contenido en carbono	Virgin (0%)	1,4	1	1,4	2,5	18,3
Total				34	7,2	14	100

Taula 8.32. Anàlisi material (Font: Pròpia)

8.2.3.2. Manufactura

Component	Process	Amount processed	CO2 footprint (kg)	%
bancada	Extrusion, foil rolling	1,8 kg	0,71	9,9
abraçadera de pont	Roll forming	0,0085 kg	0,005	0,1
eix	Wire drawing	1,8 kg	2,5	34,9
engrasador	Casting	0,0015 kg	0,0012	0,0
passador aletes petit	Wire drawing	4e-05 kg	0,00017	0,0
passador petit	Wire drawing	0,078 kg	0,11	1,5
braç suport	Casting	1,1 kg	0,92	12,9
unió eix-pota	Casting	0,044 kg	0,038	0,5

torca M6	Wire drawing	0,0067 kg	0,029	0,4
Tornillo M6	Wire drawing	0,23 kg	0,98	13,8
Pota	Casting	0,51 kg	0,45	6,3
Pota Rosca	Casting	0,21 kg	0,18	2,6
Unio seient-suport	Casting	1,4 kg	1,2	17,1
Total			7,1	100

Taula 8.32. Anàlisi manufactura (Font: Pròpia)

8.2.3.3. Transport

Stage name	Transport type	Distance (km)	CO2 footprint (kg)	%
1	Light goods vehicle	1e+02	0,11	100,0
Total		1e+02	0,11	100

Taula 8.33. Anàlisi vehicle (Font: Pròpia)

Component	Mass (kg)	CO2 footprint (kg)	%
bancada	1,8	0,029	25,7
abraçadera de pont	0,0085	0,00013	0,1
eix	1,8	0,028	25,0
engrasador	0,0015	2,3e-05	0,0
passador aletes petit	4e-05	6,3e-07	0,0
passador petit	0,078	0,0012	1,1
braç suport	1,1	0,017	14,7
unió eix-pota	0,044	0,0007	0,6
torca M6	0,0067	0,00011	0,1
Tomillo M6	0,23	0,0036	3,2
Pota	0,51	0,0081	7,1
Pota Rosca	0,21	0,0033	2,9
Unio seient-suport	1,4	0,022	19,4
Total	7,2	0,11	100

Taula 8.34. Anàlisi transport components (Font: Pròpia)

8.2.3.4. Ús

Energy input and output type	Electric to mechanical (electric motors)
Country of use	Spain
Power rating (N.mm/s)	1,6e+03
Usage (hours per day)	4
Usage (days per year)	1,5e+02
Product life (years)	30

Taula 8.35. Anàlisi estàtic (Font: Pròpia)

Fuel and mobility type	Diesel - 14 tonne (2 axle) truck
Country of use	Spain
Product mass (kg)	7,2
Distance (km per day)	16
Usage (days per year)	1,5e+02
Product life (years)	30

Taula 8.36. Anàlisi dinàmic (Font: Pròpia)

Mode	CO2 footprint (kg)	%
Static	13	18,9
Mobile	56	81,1
Total	69	100

Taula 8.37. Anàlisi contribució relativa (Font: Pròpia)

Component	CO2 footprint (kg)	%
bancada	14	25,7
abraçadera de pont	0,066	0,1
eix	14	25,0
engrasador	0,011	0,0
passador aletes petit	0,00031	0,0
passador petit	0,6	1,1
braç suport	8,2	14,7
unió eix-pota	0,34	0,6
torca M6	0,052	0,1
Tomillo M6	1,8	3,2
Pota	4	7,1
Pota Rosca	1,6	2,9
Unio seient-suport	11	19,4
Total	56	100

Taula 8.38. Anàlisi contribució dinàmica components (Font: Pròpia)

8.2.3.5. Final de vida

Component	End of life option	CO2 footprint (kg)	%
bancada	None	0	0,0
abraçadera de pont	None	0	0,0
eix	None	0	0,0
engrasador	None	0	0,0
passador aletes petit	None	0	0,0
passador petit	None	0	0,0
braç suport	None	0	0,0
unió eix-pota	None	0	0,0
torca M6	Reuse	9,4e-05	2,9
Tomillo M6	Reuse	0,0032	97,1
Pota	None	0	0,0
Pota Rosca	None	0	0,0
Unio seient-suport	None	0	0,0
Total		0,0033	100

Taula 8.39. Anàlisi final de vida (Font: Pròpia)

8.2.3.6. Potencial del final de vida

Component	End of life option	CO2 footprint (kg)	%
bancada	None	0	0,0
abraçadera de pont	None	0	0,0
eix	None	0	0,0
engrasador	None	0	0,0
passador aletes petit	None	0	0,0
passador petit	None	0	0,0
braç suport	None	0	0,0
unió eix-pota	None	0	0,0
torca M6	Reuse	-0,033	2,9
Tornillo M6	Reuse	-1,1	97,1
Pota	None	0	0,0
Pota Rosca	None	0	0,0
Unio seient-suport	None	0	0,0
Total		-1,2	100

Taula 8.40. Anàlisi potencial final de vida (Font: Pròpia)

Si s'estudien els resultats de l'informa anterior, es pot observar que té valors bastant semblant per ambdós parts de l'estructura, el que s'ha de tindre més en comte a l'hora de fer el estudi de l'impacte ambiental és el material que s'utilitza i el ús que tindrà la màquina durant la seva vida útil, ja que són els factors que influeixen més en la contaminació de l'entorn.

També es pot observar la importància de reutilitzar totes les peces que es pugui, ja que només reutilitzant els cargols i les torques s'aconsegueix reduir bastant l'impacte ambiental.

	Seient		Suport	
	Energia (MJ)	CO ₂ (Kg)	Energia (MJ)	CO ₂ (Kg)
Material	385	26.1	203	13.7
Manufactura	108	8.13	94.5	7.1
Transport	3.04	0.219	1.58	0.114
Ús	408	25.9	1000	68.8
Final de vida	0.0728	0.051	0.0469	0.00329
Total primera vida	904	60.4	1300	89.7
Potencial final de vida	-30.7	-1.81	-19.8	-1.17

Taula 8.41. Comparació resultats (Font: Pròpia)

Conclusions

A nivell personal, puc considerar que aquest treball m'ha servit per poder consolidar i ampliar els coneixements previs adquirits durant el transcurs del meu pas per la UPC, tant en el disseny d'elements amb l'ús de programari CAD, com en l'anàlisi de resultats proporcionats per l'Ansys. Malgrat que he estat limitat per les llicències d'estudiant, les quals donen un petit marge d'operacions a realitzar.

El punt de partida d'aquest projecte ha estat la voluntat d'aportar el meu granet de sorra en el món agrícola i, així, poder facilitar la feina als pagesos, reduint la càrrega que pateixen a l'hora de treballar.

S'ha aconseguit resoldre els objectius mecànics plantejats inicialment, ja que hem aconseguit un mecanisme capaç de decantar-se lateralment depenent de la inclinació del vehicle.

Tot i haver complert els objectius principals del projecte, en el futur es podrien plantejar diferents objectius i punts a treballar per millorar el conjunt de la màquina:

- La societat s'ha de desenvolupar cap a un món més sostenible, per tant es podrien plantejar i analitzar altres materials de fabricació per tal de reduir l'impacte ambiental.
- S'ha observat que la funció de transferència adoptada en el disseny és lineal quan no ho hauria de ser, per tant, si es fes un prototip a escala real es podrien obtindre un conjunt de dades i ajustar una funció de transferència més adequada.
- Millorar el sistema d'inclinació i fer-lo òptim per a totes les direccions.

Pressupost

CLIENT	COTIZACIÓ #	DATA
Santos Espada, Domingo UPC EEBE Av. Eduard Maristany, 16 08019 Barcelona	1	29/05/2019
Phone: (934) 13 7400		

DESCRIPCIÓ DELS MATERIALS	QUANT.	PREU UNIT.	TOTAL
Motor pas a pas Sanyo Denki 103H7823-1740	1	94,50	94,50
Cablejat 3m	1	2,00	1,00
Cargol de potència Nosen	1	250,00	250,00
Sensor SINDT RS232	1	43,32	1,00
Controlador Geckodrive G320X	1	141,32	141,32
Tub 8x8x2000mm	1	10,00	10,00
Engrasador recto H1 M6	1	3,27	3,27
Macís quadrat 90x6000mm	1	67,38	67,38
Macís rodó D=40 x500mm	1	16,86	1,00
Paquet Cargol/torca M6	4	2,05	8,20
Macís quadrat 15x500mm	1	3,02	3,02
Passador aletes petit/10u	1	1,05	1,05
Passador seguretat 6mm	1	5,54	5,54
Abracadere de pont 8mm	1	1,80	1,80
Espuma seient	1	20,00	20,00
Panell d'acer 2000x1000x2mm	1	49,66	49,66
Passador aletes gran/10u	1	2,00	2,00
Passador seguretat 16mm	1	20,53	20,53
Molla D=32 Ref:700260	1	5,74	5,74
Molla D=20 Ref:700127	1	2,66	2,66
TOTAL			689,67

DESCRIPCIÓ DE LA MÀ D'OBRA	QUANT.	PRECIO UNIT.	TOTAL
CNC	16,5	32,00	528,00
Operari muntatge sistema elèctric	2	15,00	30,00
Operari muntatge estructura	10	15,00	150,00
TOTAL			708,00

DESCRIPCIÓ DELS TREBALLS	QUANT.	PRECIO UNIT.	TOTAL
Programador informatic	20	25,00	500,00
Enginyeria	200	30,00	6.000,00
TOTAL (sense IVA)			6.500,00
TOTAL (amb IVA)			7.865,00

COSTOS	TOTAL
Fixes	1.397,67
Variables	7.865,00
TOTAL	9.262,67



Bibliografia

Càlcul de molles: <https://muellestock.com/>

Càlcul de bigues: <https://beamguru.com/online/beam-calculator/>

Inclinació tractors: INSHT, nº 259,2019, Tractor agrícola: prevención del vuelco

Seient tractor: https://www.agriqo.es/es_ES/asiento-para-tractor-con-funda-pvc-negra-585x490-mm-adaptable/p296561?gclid=CjwKCAjw8qjnBRA-EiwAaNvhwDsLPpCU-Hv4mE-rQMsjyGsXg6iTyMHRUkKCjyexSsRDBfjhkwOTHhoC11AQAvD_BwE

Imatge criteri de fallida: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tresca_stress_2D.png

Teoria de Soderberg:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiEp_bGurbiAhUFu3EKHZSLDv0QFjAAegQIABAC&url=https%3A%2F%2Fmecanica-usach.mine.nu%2Fmedia%2Fuploads%2FLO4_FallasFatiga_1.pdf&usg=AOvVaw3eINjNivfK60Rch7-zNbOs

Rosques de potència, s'ha mencionat al autor Juan Manuel Rodríguez Prieto com a JMRP en les figures que s'ha utilitzat alguna imatge del següent document.

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=14&ved=2ahUKEwjUmPr0p7TiAhUHURUIHZoMBvEQFjANegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fjuanrodriguezprieto.files.wordpress.com%2F2014%2F08%2Fprese_6.pdf&usg=AOvVaw1m50sDD9wcMJNXVTU0svYx

<https://ingemecanica.com>

Tensió de Von-Misses: <http://www.elrincondelingeniero.com/Coeficientes+de+seguridad+>

Funció de transferència: <http://electronicaunimag.blogspot.com/2012/05/5-error-en-estado-estable.html>

Selecció de materials:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=2ahUKEwiCuvPU67biAhVlpHEKHUeaBo8QFjAHegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.materials.ox.ac.uk%2Fuploads%2Ffile%2Fdesign%2Fdesign_notes3.ppt&usg=AOvVaw0Rnn5ao6C3kZw_diaPa9fC

Motor pas a pas: <https://es.rs-online.com/web/p/motores-paso-a-paso/8787673/>

Controlador motor pas a pas: <https://es.rs-online.com/web/p/indexadores-y-controladores-de-motores-paso-a-paso/1260339/>

Sensor SINDT RS232: http://www.wit-motion.com/english.php?m=goods&a=details&content_id=130

Coeficient de fricció Nylon: https://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d_778.html

Elements d'unió: <http://www.leroymerlin.es>

Engrasador: <https://www.chavanel.es/sistemas-de-lubricacion-y-engrase/engrasadores-y-boquillas-de-engrase/pwp15007-engrasador-recto-h1-m06-100>

Rosca de potència: <http://www.directindustry.es>

Barres d'acer S235: <https://es.materials4me.com>

Panells d'acer: <https://aceropanel.es>

Macís quadrat: <https://www.incafe2000.com>

Annex A

A1. Rosca de potència NOSEN

Detalls de la rosca de potència seleccionada:

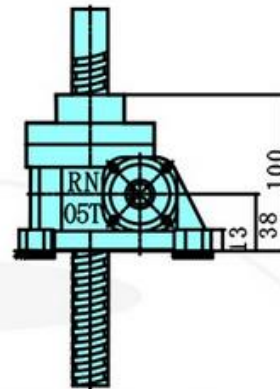
- Diàmetre rosca: 20 mm
- Pas: 5 mm
- Càrrega estàtica màxima: 0.5t
- Càrrega dinàmica màxima: 0.3t
- Ventall de velocitats: 1/5 1/10 1/20
- Velocitat d'avanç: 75-1800 mm/min
- Potència d'entrada: 0.03-0.2 hp
- Velocitat màxima d'entrada: 1800 rpm
- Rang de l'eix: 500 mm
- Activament: manual, elèctric o ambdós

Les especificacions són les següents:

Model	Diam Pitch	Gear Ratio	1800RPM			1500RPM			1200RPM			900RPM			600RPM			300RPM		
			Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)	Input HP	Work load (KG)	Lifting speed (mm/min)
RN-05T	20mm	1/5	0.2	100	1800	0.2	120	1500	0.2	160	1200	0.18	180	900	0.13	200	600	0.08	250	300
	ACME	1/10	0.1	100	900	0.19	160	750	0.13	190	600	0.1	200	450	0.08	230	300	0.05	280	150
	P=5	1/20	0.07	120	450	0.09	180	375	0.09	210	300	0.08	250	225	0.05	250	150	0.03	300	75

Figura A1.1. Especificacions rosca de potencia (Font: NOSEN M&E)

A continuació es mostren els plànols de la rosca de potència proporcionats per la empresa Nosen M&E Technology CO., LTD.



直接式双入(Direct Type Double Input)
法栏右(Flanged Right Side)

直接式单入
(Direct Type Single Input)
法栏右 (Flanged Right Side)

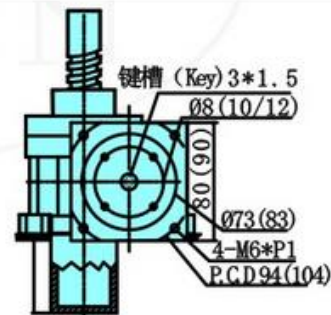
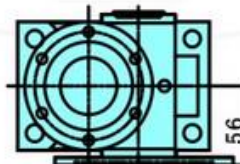
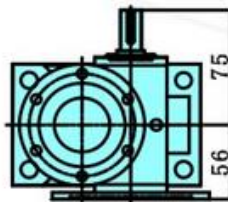


Figura A1.2. Plànols generals (Font: NOSEN M&E)

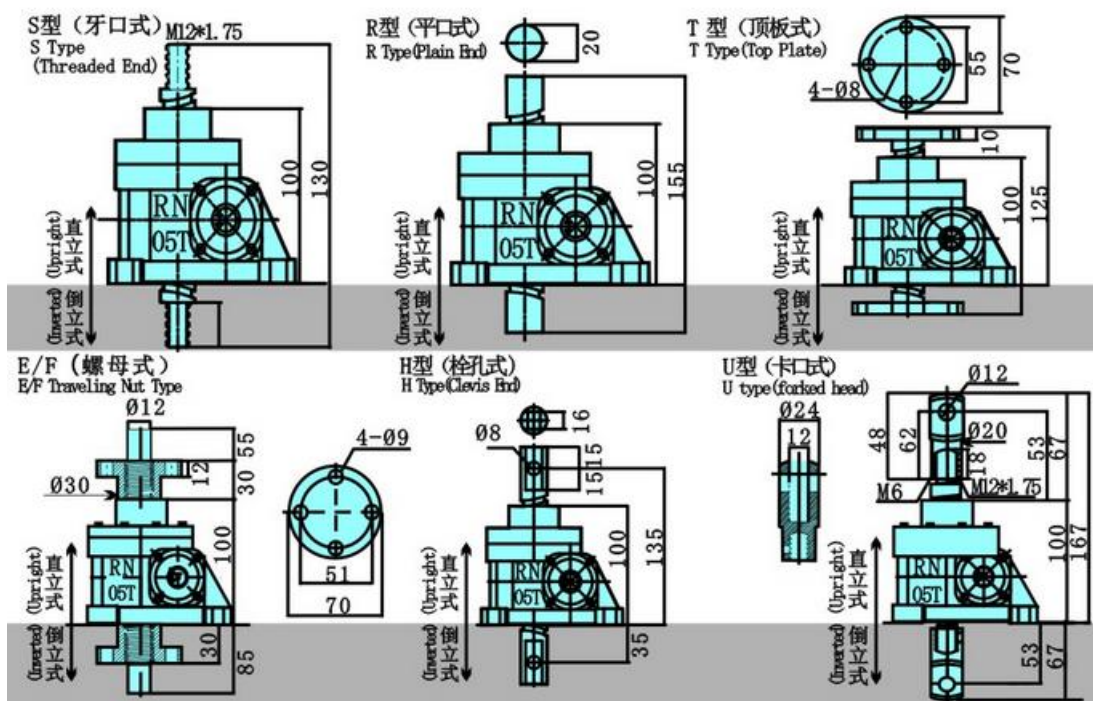


Figura A1.3. Plànols diferents capçals (Font: NOSEN M&E)

A2. Motor pas a pas Sanyo Denki

El motor seleccionat pas a pas és el model 103H7823-1740, a continuació s'exposen les característiques principals del component.

El catàleg complet es pot trobar en el enllaç de la bibliografia.



60 mm sq. (2.36 inch sq.)

1.8° /step

RoHS

Bipolar winding, Connector type

Bipolar winding, Lead wire type

Dimensions for attaching NEMA23 are interchangeable (47.14 mm-pitch)

Unipolar winding, Connector type ▶ p. 74

Unipolar winding, Lead wire type

Dimensions for attaching NEMA23 are interchangeable (47.14 mm-pitch) ▶ p. 74

Customizing

Hollow Shaft modification

Decelerator Encoder

Brake

Varies depending on the model number and quantity. Contact us for details.

Bipolar winding, Connector type

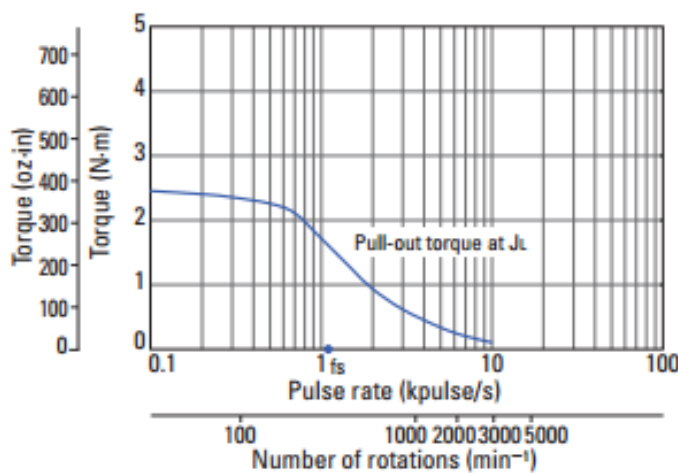
Model number		Holding torque at 2-phase energization	Rated current	Wiring resistance	Winding inductance	Rotor inertia	Mass (Weight)	Motor length (L)
Single shaft	Dual shaft	[N·m (oz·in) min.]	A/phase	Ω /phase	mH/phase	[×10 ⁻⁴ kg·m ² (oz·in ²)]	[kg (lbs)]	mm (in)
103H7821-5740	103H7821-5710	0.88 (124.6)	2	1.27	3.3	0.275 (1.50)	0.6 (1.32)	44.8 (1.76)
103H7821-1740	103H7821-1710	0.88 (124.6)	4	0.35	0.8	0.275 (1.50)	0.6 (1.32)	44.8 (1.76)
103H7822-5740	103H7822-5710	1.37 (194.0)	2	1.55	5.5	0.4 (2.19)	0.77 (1.70)	53.8 (2.12)
103H7822-1740	103H7822-1710	1.37 (194.0)	4	0.43	1.38	0.4 (2.19)	0.77 (1.70)	53.8 (2.12)
103H7823-5740	103H7823-5710	2.7 (382.3)	2	2.4	9.5	0.84 (4.59)	1.34 (2.95)	85.8 (3.38)
103H7823-1740	103H7823-1710	2.7 (382.3)	4	0.65	2.4	0.84 (4.59)	1.34 (2.95)	85.8 (3.38)

Motor cable: Model No. 4837961-1

A2.1. Models motor pas a pas (Font: SanyoDenki)

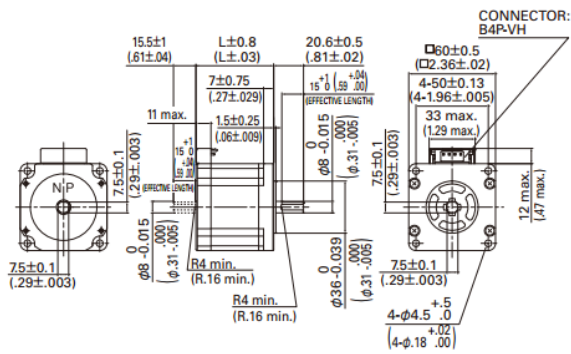
103H7823-1740
103H7823-1710
103H7823-1760
103H7823-1730

Constant current circuit
Source voltage: 24 VDC
Operating current:
4 A/phase, 2-phase
energization (full-step)
 $J_L = [7.4 \times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2 (40.46 \text{oz} \cdot \text{in}^2)]$ use the rubber
coupling]
fs: Maximum self-start
frequency when not
loaded

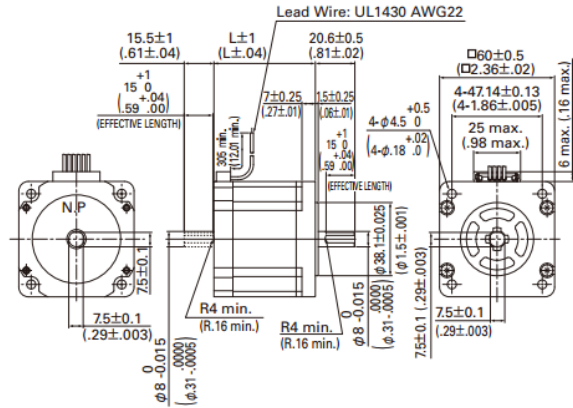


A2.2. Diagrama característic (Font: SanyoDenki)

Connector type



Lead wire type

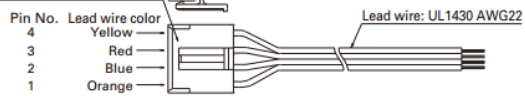


Motor cable Bipolar Model number: 4837961-1

Manufacturer: J.S.T Mfg.Co., Ltd.

Housing: VHR-4N

Pin: SVH-21T-P1.1



A2.3. Dimensions (Font: SanyoDenki)

A3. Certificat de Conformitat RoHs per al motor pas a pas

RS Componentes

Declaración de Conformidad con la Directiva RoHS

Las directivas de la UE 2011/65/UE y 2015/863 restringen el uso de las 10 sustancias siguientes en la fabricación de ciertos tipos específicos de equipos eléctricos. Aunque la restricción no es legalmente aplicable a los componentes, se reconoce que la conformidad de los mismos es relevante para muchos clientes.

Definición de conformidad con la directiva RoHS :

Conforme a RoHS significa que el producto no contiene ninguna de las sustancias restringidas en las concentraciones y aplicaciones prohibidas por la directiva Y (para componentes)

- El producto es capaz de ser procesado a las temperaturas mayores que requiere la soldadura sin plomo respecto a la soldadura convencional

Las sustancias restringidas y sus concentraciones máximas permitidas en el material homogéneo son :

Substancia	Concentració
Plomo	0.1%
Mercurio	0.1%
PBB (Bifenil Polibrominados)	0.1%
PBDE (Bifenil Eter polibrominados)	0.1%
Cromo hexavalente	0.1%
Cadmio	0.01%
DEHP (Ftalato de bis (2-etilhexilo))	0.1%
BBP (Ftalato de bencilo y butilo)	0.1%
DBP (Ftalato de dibutilo)	0.1%
DIBF (Ftalato de diisobutilo)	0.1%

RS Components ha contactado con el proveedor de este producto, siendo informado de que el producto es "Conforme a la directiva RoHS".

RS Components ha llevado a cabo todas las acciones en su mano para confirmar esta declaración.

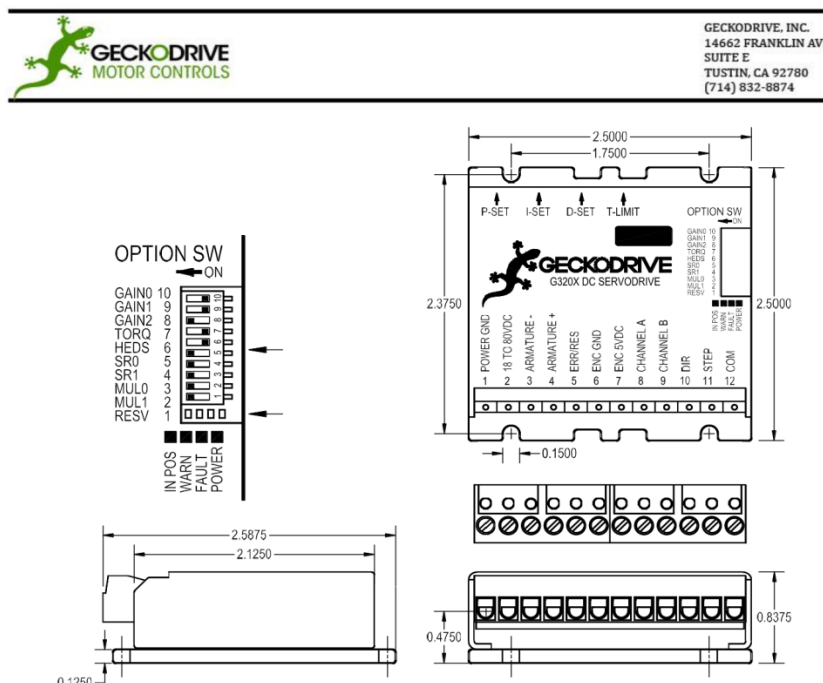
Detalles del producto al que hace referencia este certificado:

Código RS:	878-7673
Descripción	Motor paso a paso, 1.8°, Bobinado Bipolar, tipo Eje simple, 6 Cables, Par 2.7Nm, 24 V dc
Nombre del Fabricante/Marca	Sanyo Denki
Ref. del Fabricante	103H7823-1740

Amidata S.A.U. Avenida de Europa 19, 28224 - Pozuelo de Alarcón - Madrid - España

A4. Controlador motor pas a pas GeckoDrive

Igual que anteriorment s'ha fet amb el motor pas a pas, en aquest punt només apareixeran les característiques principals del controlador del motor, el catàleg sencer el podeu trobar en la bibliografia.



A4.1. Controador G320X (Font: GeckoDrive)

G320X SPECIFICATIONS

Power Supply:	+18VDC to +80VDC
Quiescent Current:	30mA
Motor Current:	0 to 20 Amps
Motor Inductance:	At least 1mH
Short Circuit Protect:	22A trip
Lock Range:	+/- 256, 512, 1024, or 2048
Feedback:	Quadrature TTL Encoder 5V Compatible
Feedback Resolution:	X4 Encoder Line Count
Feedback Voltages:	<1V for Logic 0 and >4V for Logic 1
Switching Frequency:	20kHz
Current Limit:	0 to 20 Amps Trimpot Adjustable
Analog PID:	Proportional, Derivative, Integral Coefficient Trimpots
Step Pulse Frequency:	0 to 300kHz Step LED "ON" Time (min): 1uS
Step LED "OFF" Time (min):	2.5uS
Size:	2.5" x 2.5" x 0.8375"
Package:	Blue aluminum anodized cover, black aluminum hard anodized bottom
Weight:	3.6 oz. (100g)
Encoder Supply:	+5VDC 50mA maximum
Pulse Multiplier:	1, 2, 5, or 10 times input step rate

A5. Certificat Conformitat RoHs per el controlador

RS Componentes

Declaración de Conformidad con la Directiva RoHS

Las directivas de la UE 2011/65/UE y 2015/863 restringen el uso de las 10 sustancias siguientes en la fabricación de ciertos tipos específicos de equipos eléctricos.

Aunque la restricción no es legalmente aplicable a los componentes, se reconoce que la conformidad de los mismos es relevante para muchos clientes.

Definición de conformidad con la directiva RoHS :

- **Conforme a RoHS** significa que el producto no contiene ninguna de las sustancias restringidas en las concentraciones y aplicaciones prohibidas por la directiva Y (para componentes)
- El producto es capaz de ser procesado a las temperaturas mayores que requiere la soldadura sin plomo respecto a la soldadura convencional

Las sustancias restringidas y sus concentraciones máximas permitidas en el material homogéneo son :

Substancia	Concentració
Plomo	0.1%
Mercurio	0.1%
PBB (Bifenil Polibrominados)	0.1%
PBDE (Bifenil Eter polibrominados)	0.1%
Cromo hexavalente	0.1%
Cadmio	0.01%
DEHP (Ftalato de bis (2-etilhexilo))	0.1%
BBP (Ftalato de bencilo y butilo)	0.1%
DBP (Ftalato de dibutilo)	0.1%
DIBF (Ftalato de diisobutilo)	0.1%

RS Components ha contactado con el proveedor de este producto, siendo informado de que el producto es "Conforme a la directiva RoHS".

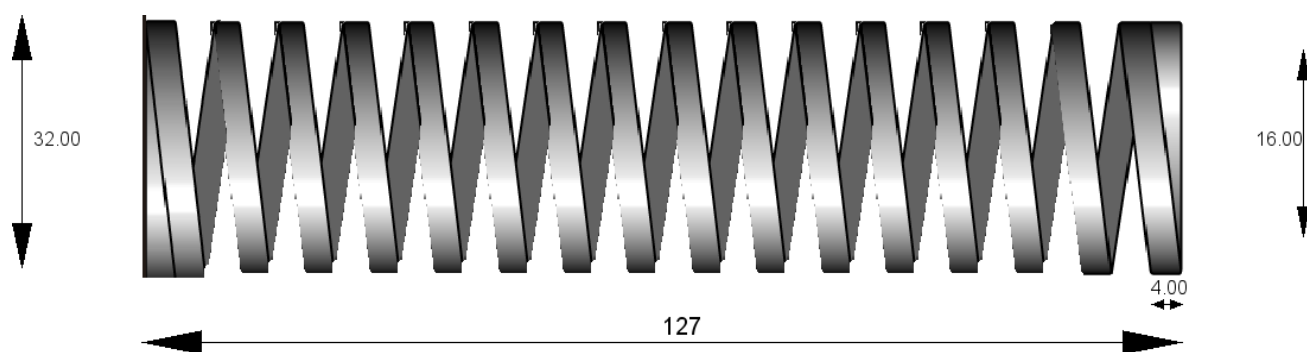
RS Components ha llevat a cabo totes les accions en su mano para confirmar esta declaraci3n.

Detalles del producto al que hace referencia este certificado:

C3digo RS:	126-0339
Descripci3n	Controlador de motor paso a paso Geckodrive G320X, 20 A Motor Paso a Paso, 5V dc, 63.5 x 63.5 x 21mm
Nombre del Fabricante/Marca	Geckodrive
Ref. del Fabricante	G320X

Amidata S.A.U. Avenida de Europa 19, 28224 - Pozuelo de Alarc3n - Madrid - Espa1a

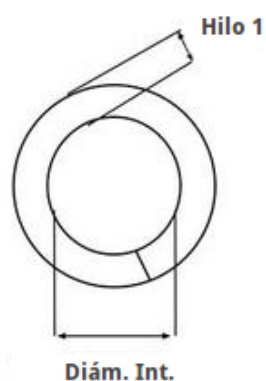
A6. Molla matrickeria mitja



A6.1. Mesures molla gran

Código de muelle: 700260	
Largo total:	127
Diámetro exterior:	32.00
Diámetro interior:	16.00
Hilo 1:	6.80
Hilo 2:	4.00
K (N/mm):	44.8000

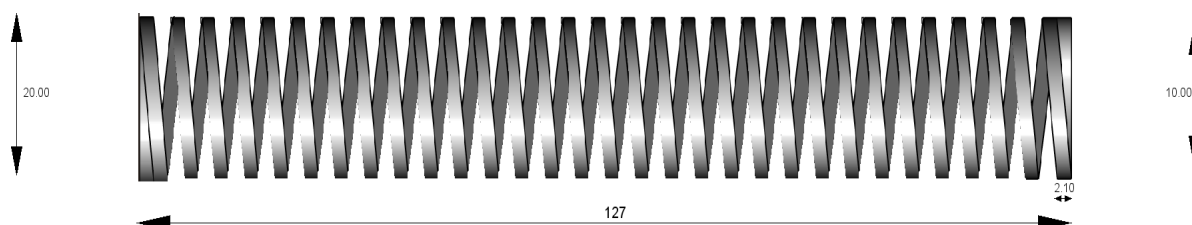
A6.2. Taula molla petita



*mesures en mm

A6.3. Mesures molla petita

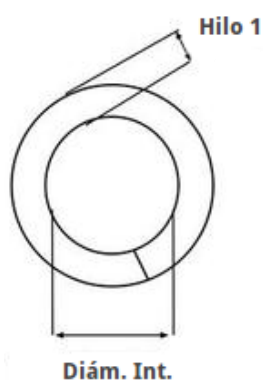
A7. Molla matrickeria lleugera



A7.1. Mesures molla petita

Código de muelle: 700127	
Largo total:	127
Diámetro exterior:	20.00
Diámetro interior:	10.00
Hilo 1:	4.00
Hilo 2:	2.10
K (N/mm):	9.5000

A7.2. Taula molla petita



*mesures en mm

A7.3. Mesures molla petita

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Mecànica

**DISSENY DEL SUPORT D'UN SEIENT AUTO INCLINAT
LATERALMENT**

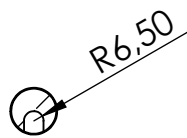
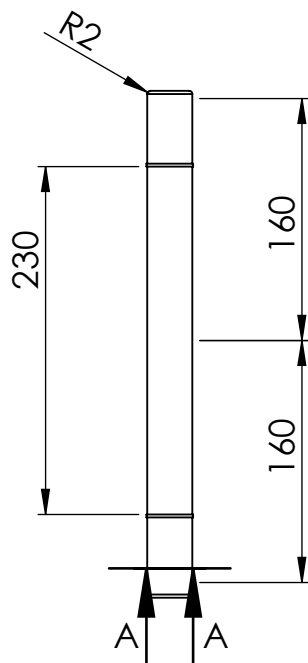
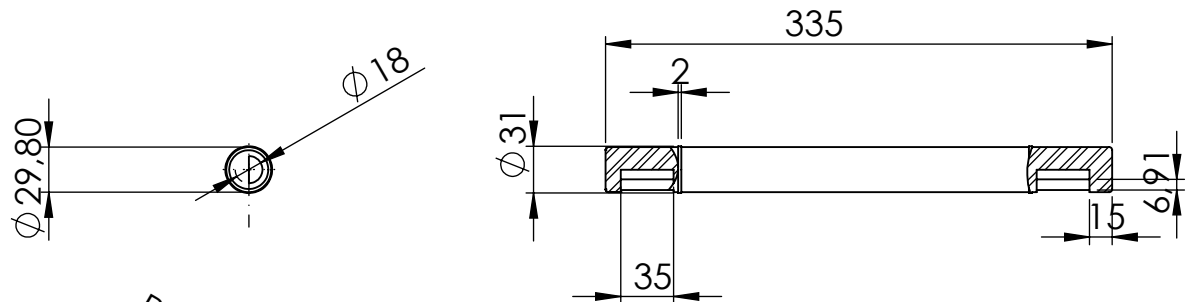
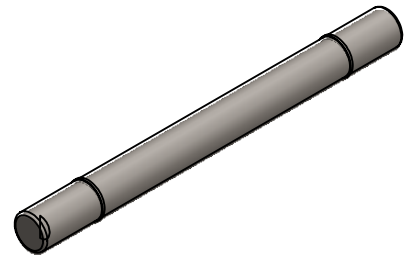


Memòria i Annexos

Plànols

Autor:	Jordi Molina Mercadé
Director:	Domingo Santos Espada
Convocatòria:	Maig-Juny 2019

Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



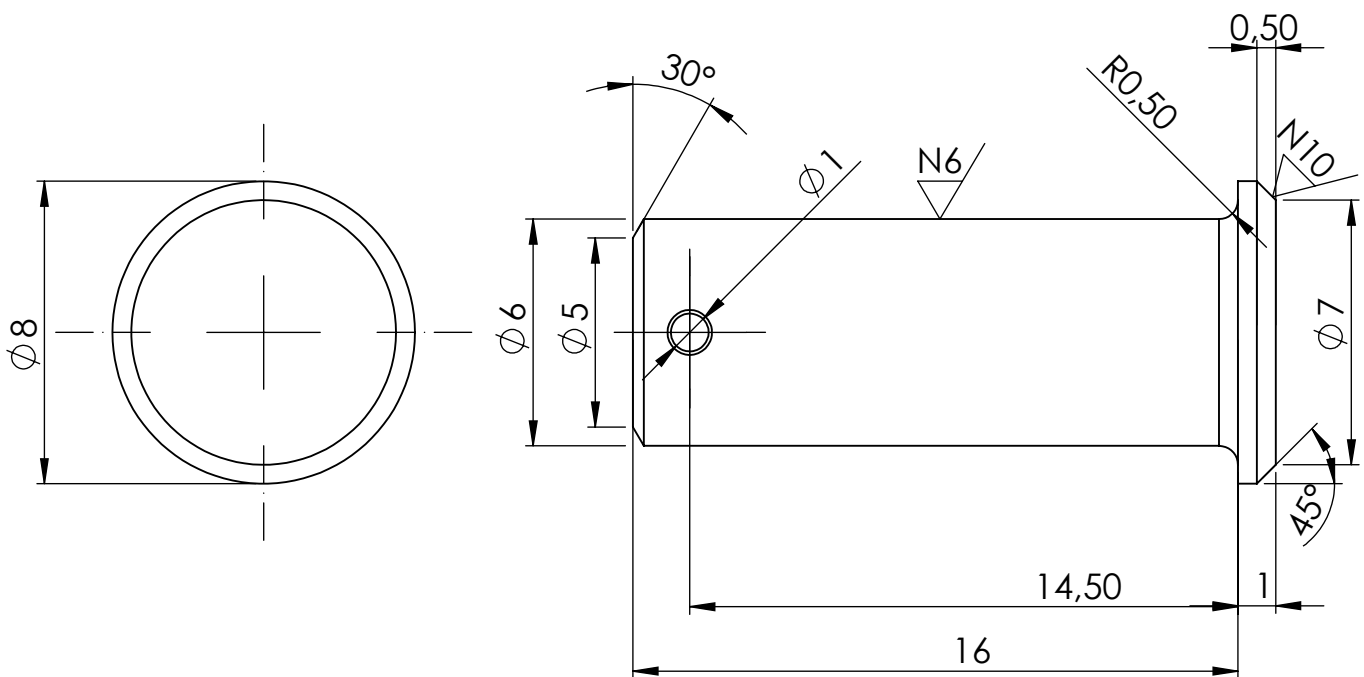
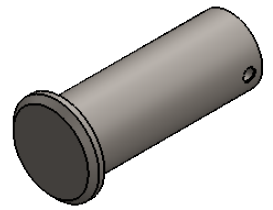
SECTION A-A
SCALE 1 : 5

N6/ a tota la peça

Disseny del suport d'un seient autoinclinant		Peça: Eix suport		Plànol n°:
Revisat: Domingo Santos		Data revisió:	01/06/2019	1
Dibuixat: Jordi Molina Mercadé		Data d'entrega:	31/05/2019	Quantitat: 1
Observacions:		Format:	Escala:	Projecció:
		DIN A4	1:5	
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Massa: 1,8 kg	Material: S235	

Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



Disseny del suport d'un seient autoincliant

Peça: Passador petit

Plànol n°:

Revisat: Domingo Santos

Data revisió:

01/06/2019

2

Dibuixat: Jordi Molina Mercadé

Data d'entrega:

31/05/2019

Quantitat: 2

Observacions:

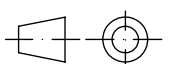
Format:

DIN A4

Escala:

5:1

Projecció:



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



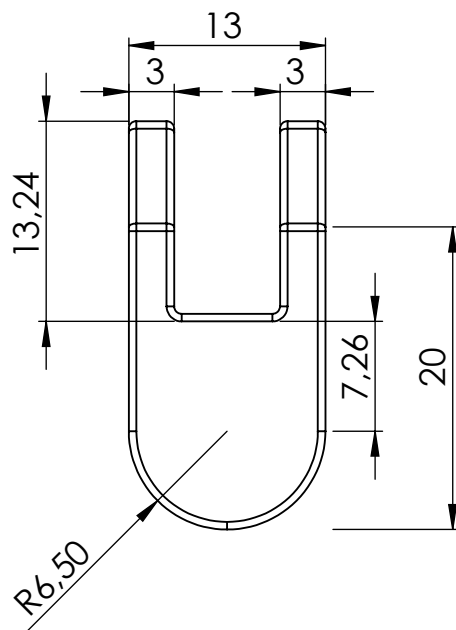
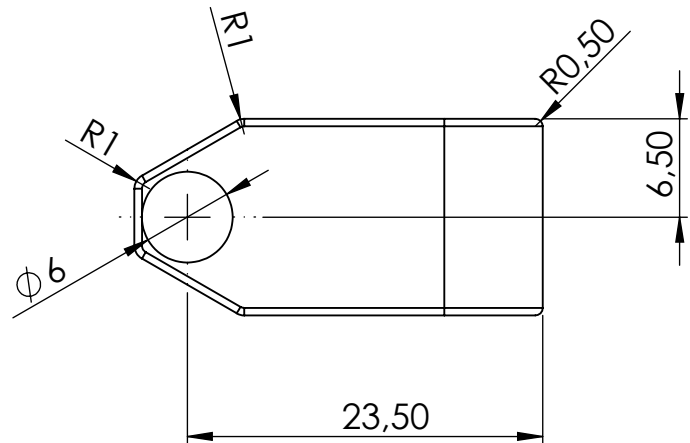
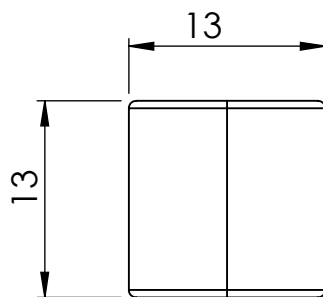
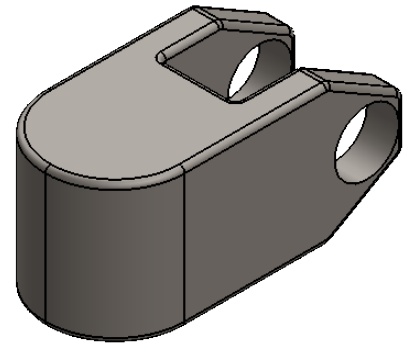
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Massa: 0.078 Kg

Material: S235

Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



N6/
en tota la peça

Disseny del suport d'un seient autoinclinant

Peça: Unió eix-pota

Plànol n°:

Revisat: Domingo Santos

Data revisió:

01/06/2019

3

Dibuixat: Jordi Molina Mercadé

Data d'entrega:

31/05/2019

Quantitat: 2

Observacions:

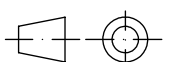
Format:

DIN A4

Escala:

2:1

Projecció:



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



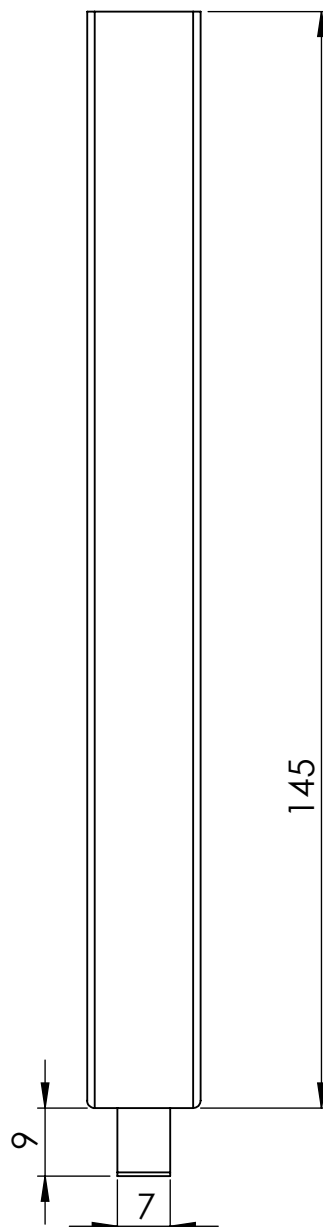
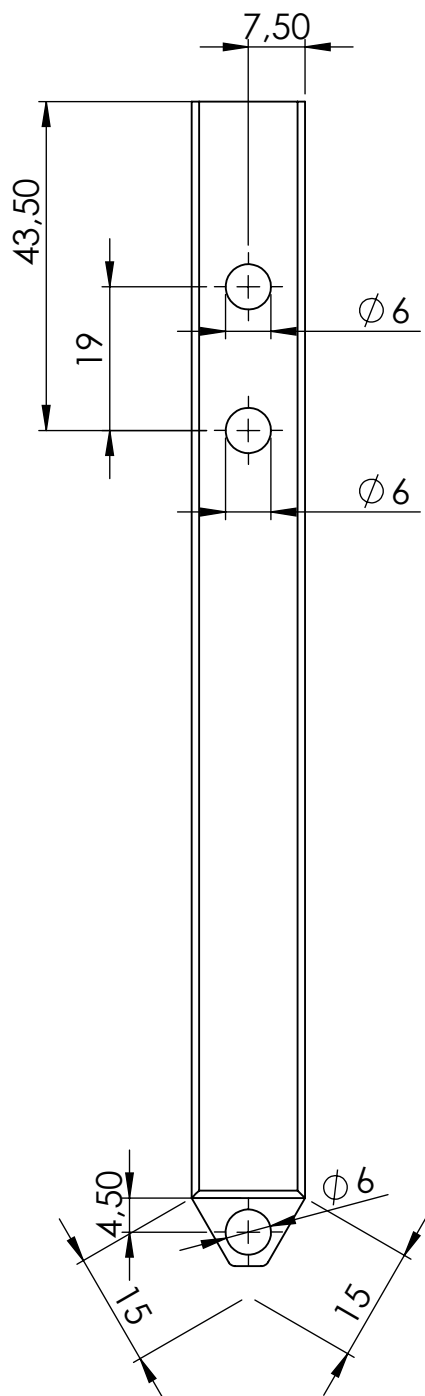
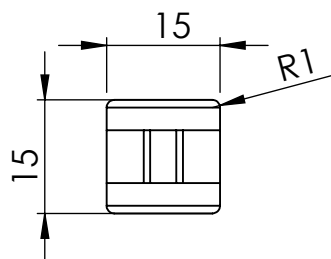
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Massa: 0.044 Kg

Material: S235

Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



tota la peça



part interior cilindre

Disseny del suport d'un seient autoinclinant

Peça: Pota

Plànol n°:

Revisat: Domingo Santos

Data revisió:

01/06/2019

4

Dibuixat: Jordi Molina Mercadé

Data d'entrega:

31/05/2019

Quantitat: 2

Observacions:

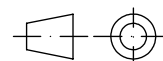
Format:

DIN A4

Escala:

1:1

Projecció:



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



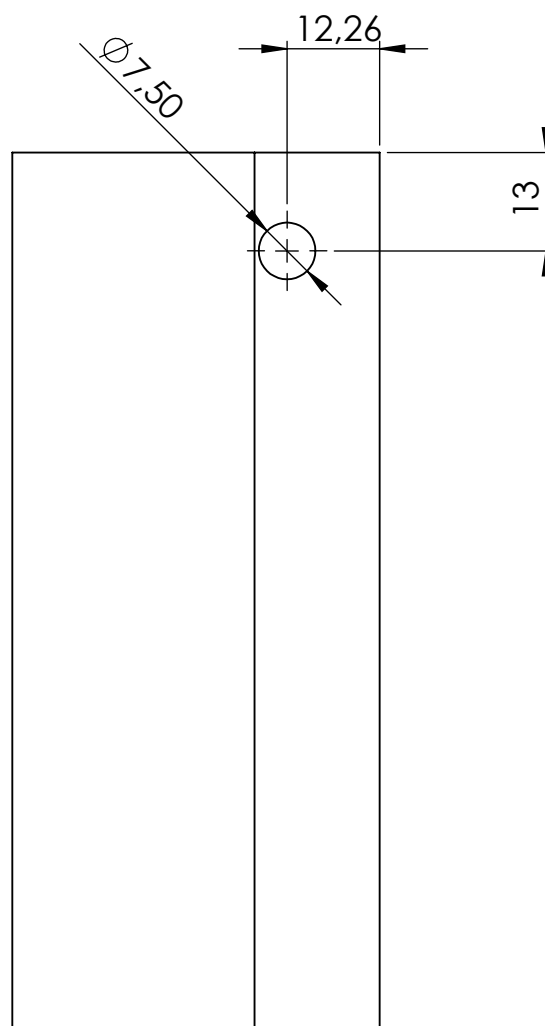
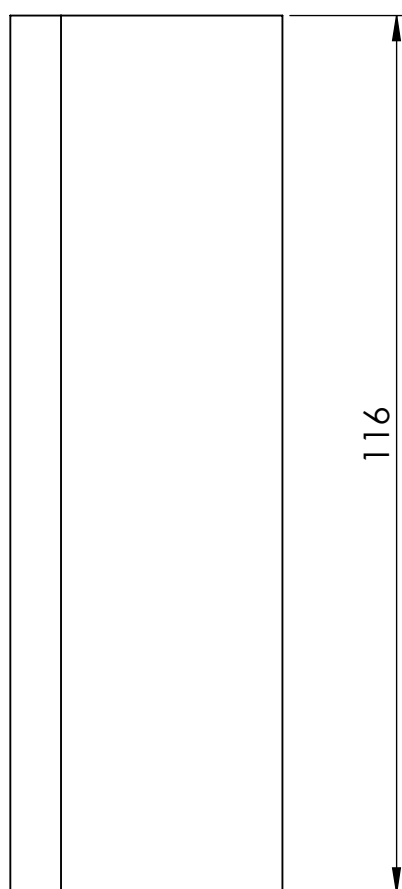
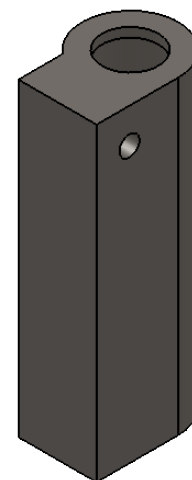
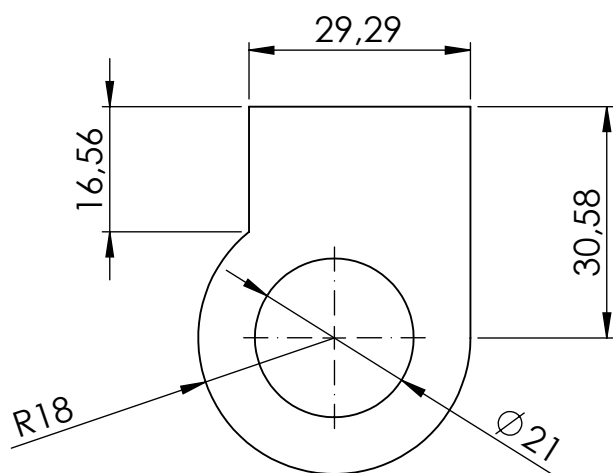
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria de Barcelona Est


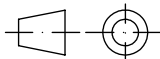
Massa: 0.51 Kg

Material: S235

Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8

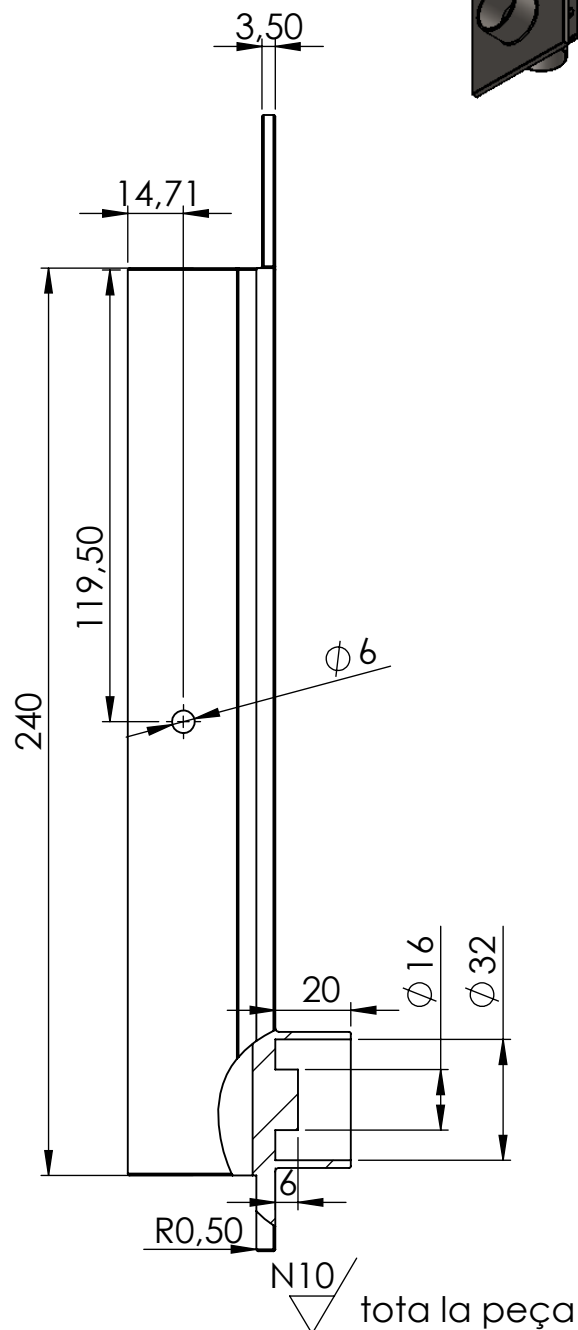
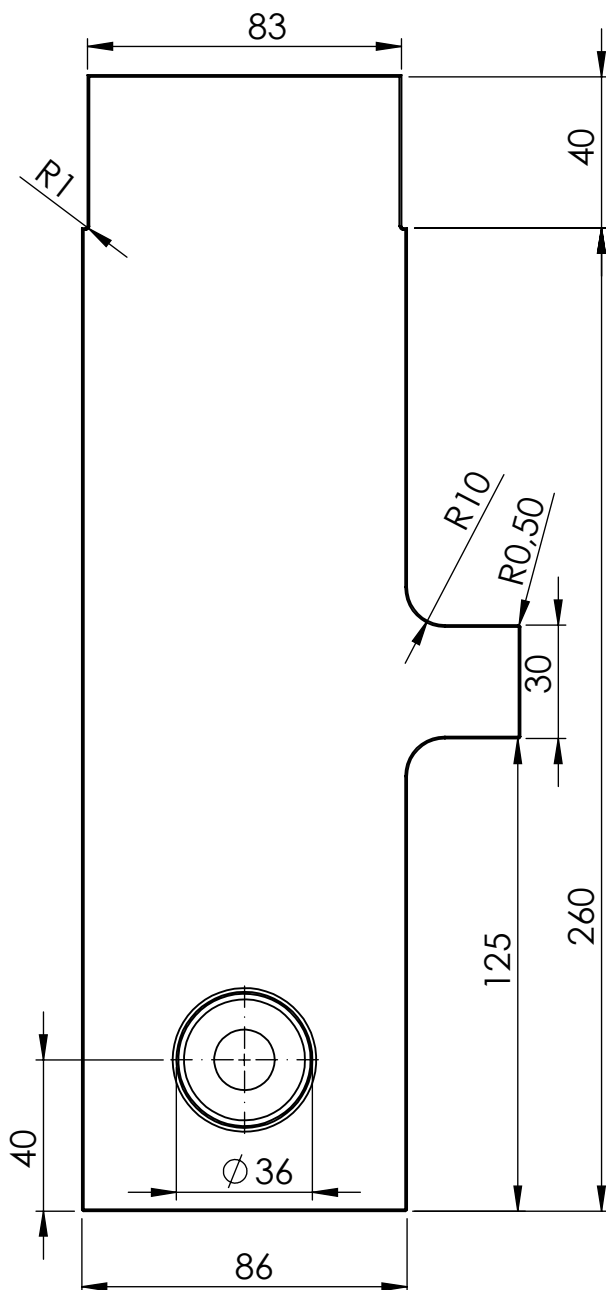
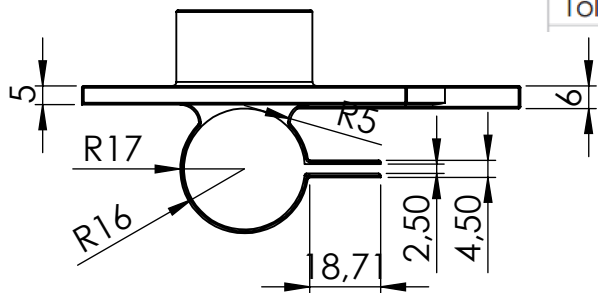


N10/ en tota la peça

Disseny del suport d'un seient autoinclinant		Peça: Pota rosca de potència		Plànol n°:
Revisat:	Domingo Santos	Data revisió:	01/06/2019	5
Dibuixat:	Jordi Molina Mercadé	Data d'entrega:	31/05/2019	Quantitat: 1
Observacions:		Format:	Escala:	Projecció:
<div><div>SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.</div><div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH</div><div>Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div></div></div>		DIN A4		
		Massa: 0.21 Kg		Material: S235

Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



Disseny del suport d'un seient autoincliant

Peça: Unió seient-suport

Plànol n°:

Revisat: Domingo Santos

Data revisió:

01/06/2019

6

Dibuixat: Jordi Molina Mercadé

Data d'entrega:

31/05/2019

Quantitat: 1

Observacions:

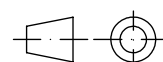
Format:

DIN A4

Escala:

1:2

Projecció:



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

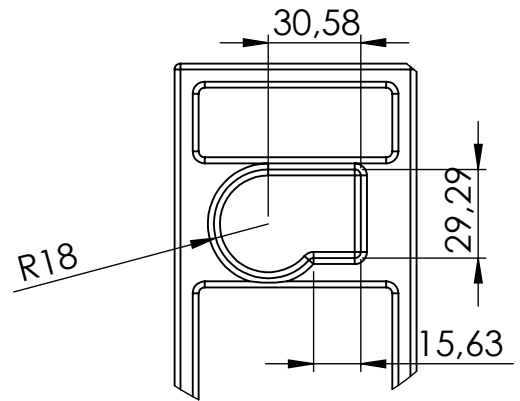
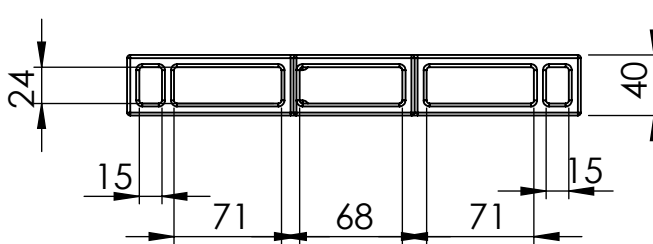
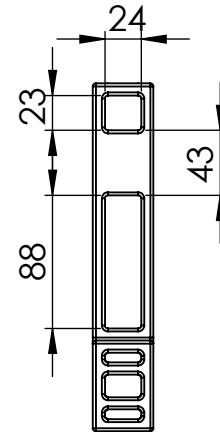
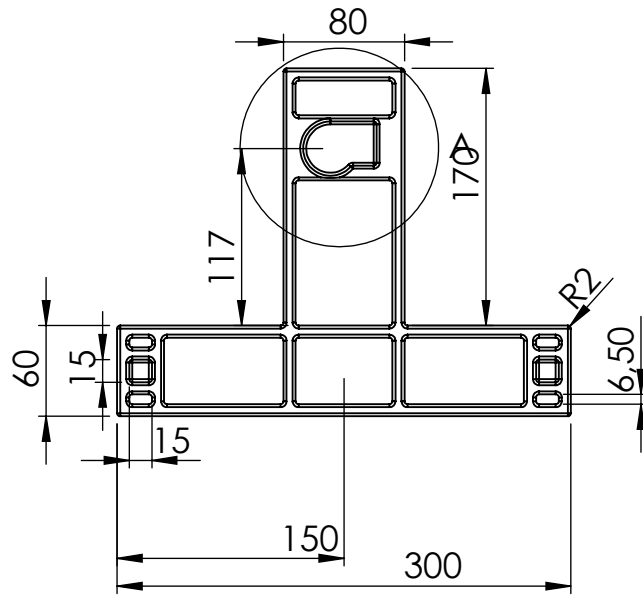
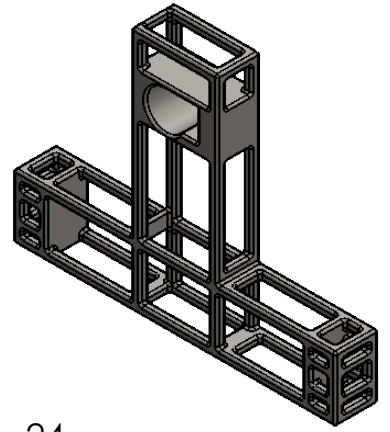
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Massa: 1.4 Kg

Material: S235

Tolerancias generales de fabricación


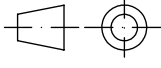
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



DETAIL A
SCALE 2 : 5

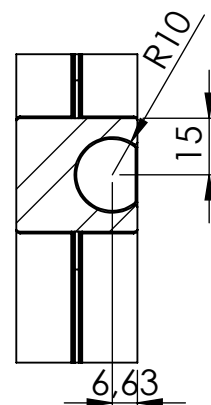
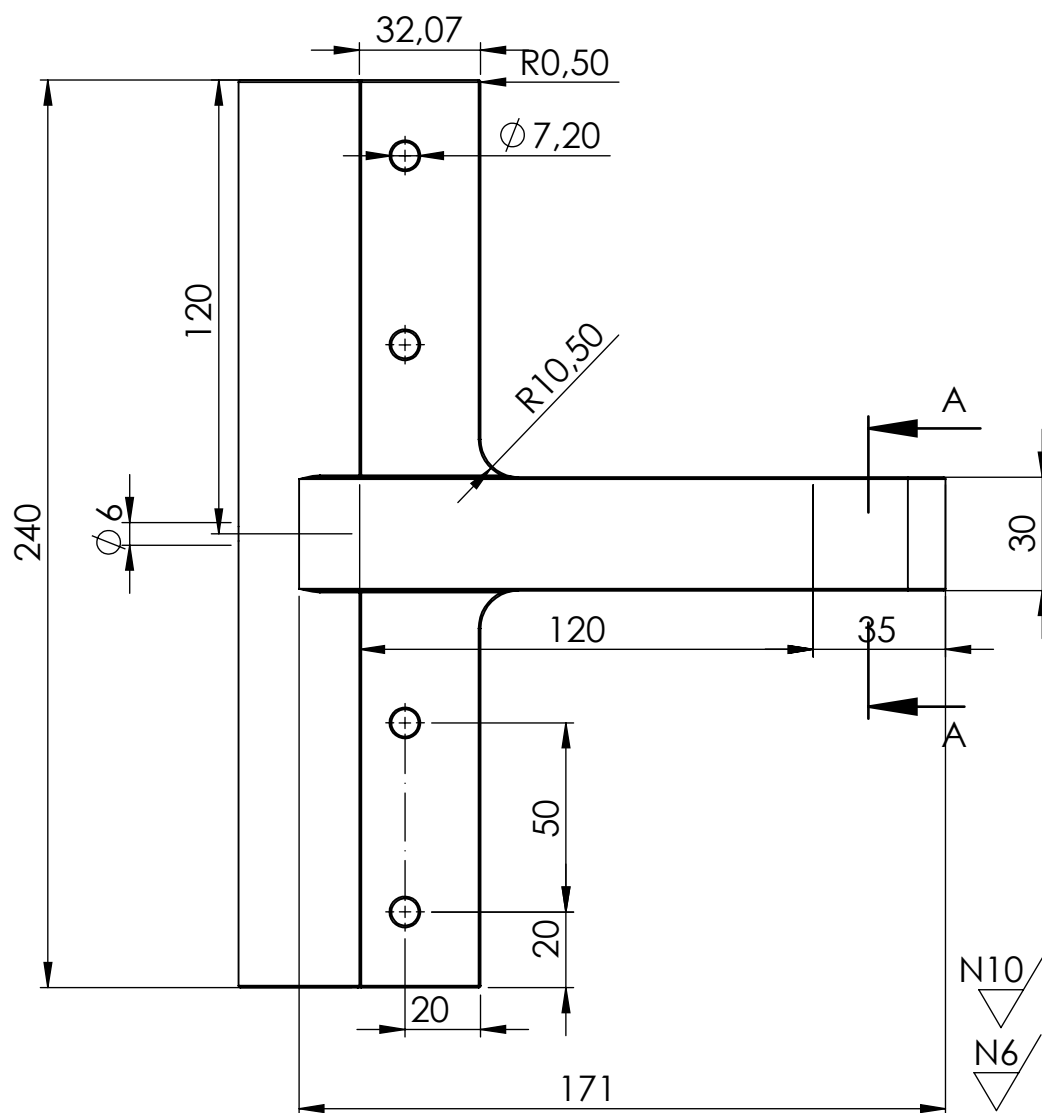
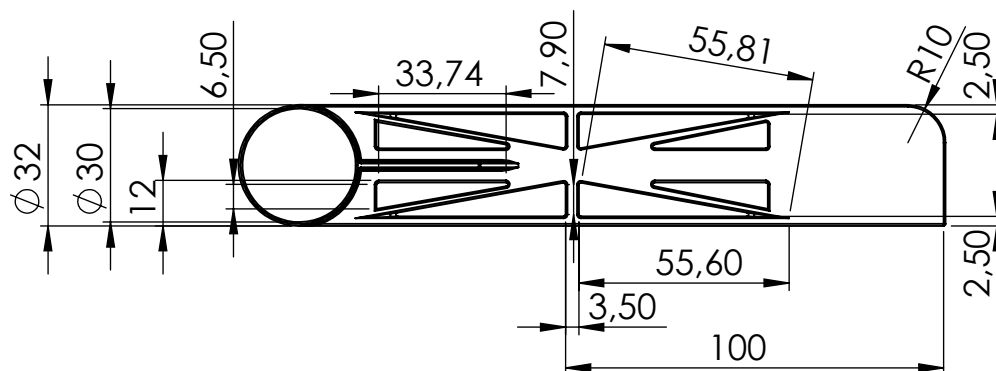
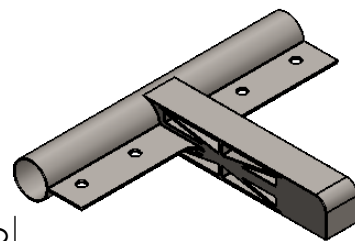


en tota la peça

Disseny del suport d'un seient autoinclinant		Peça: Bancada		Plànol n°:
Revisat:	Domingo Santos	Data revisió:	01/06/2019	7
Dibuixat:	Jordi Molina Mercadé	Data d'entrega:	31/05/2019	Quantitat: 1
Observacions: està conformada per tubs de 8x8mm SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.		Format:	Escala:	Projecció:
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		DIN A4	1:5	
		Massa: 1.8 Kg	Material: S235	

Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



SECTION A-A
SCALE 1 : 2



tota la peça
interior del cilindre

Disseny del suport d'un seient
autoinclinant

Peça: Braç suport

Plànol n°:

Revisat: Domingo Santos

Data revisió:

01/06/2019

8

Dibuixat: Jordi Molina Mercadé

Data d'entrega:

31/05/2019

Quantitat: 1

Observacions:

Format:

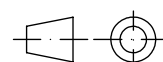
Escala:

Projecció:

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

DIN A4

1:2



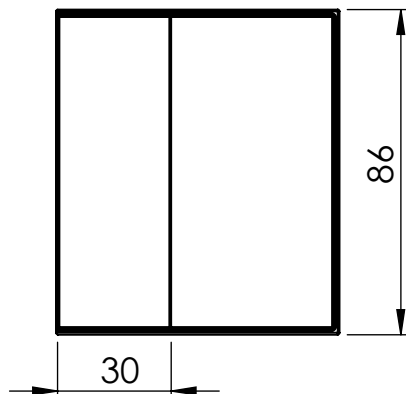
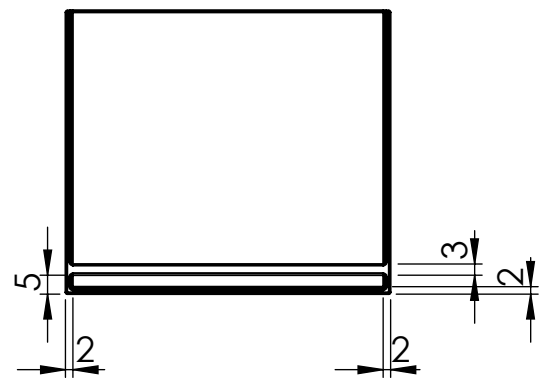
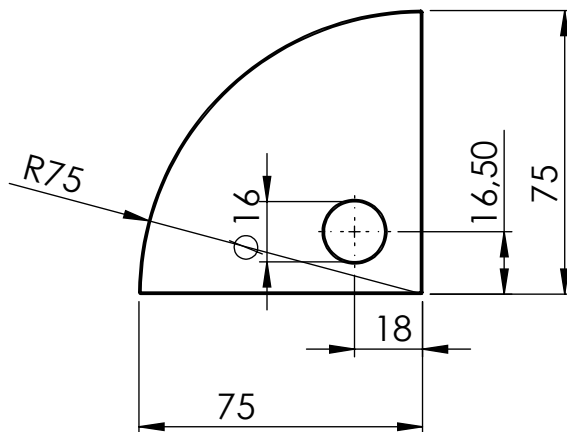
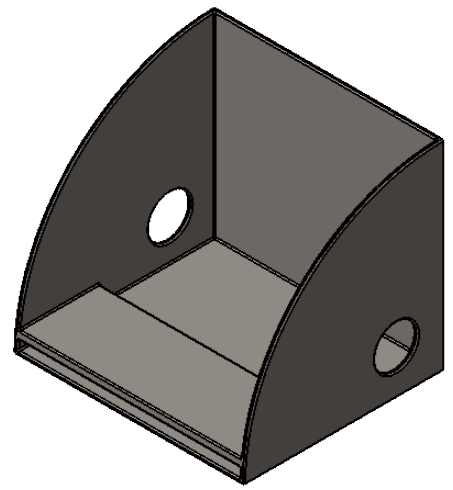
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Massa: 1.4 Kg


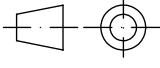
Material: S235

Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8

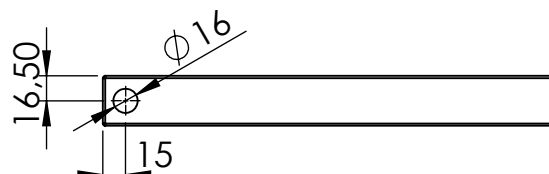
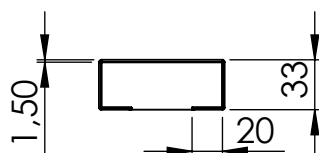
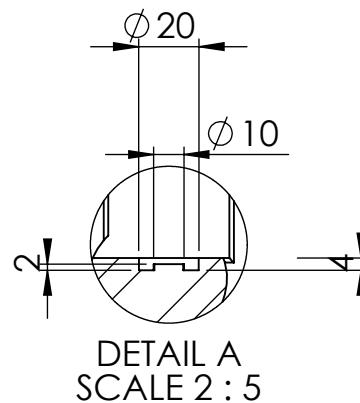
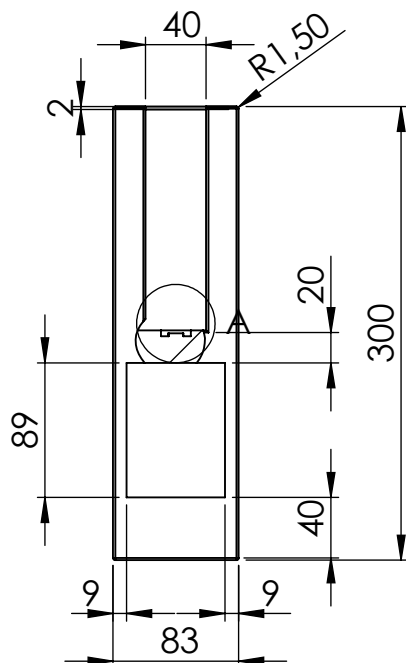
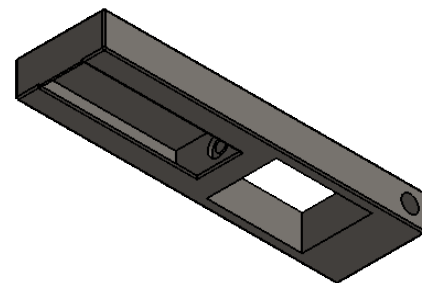


en tota la peça


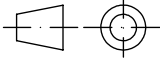
Disseny del suport d'un seient autoinclinant	Peça: Unió inferior seient		Plànol n°:
Revisat: Domingo Santos	Data revisió:	01/06/2019	9
Dibuixat: Jordi Molina Mercadé	Data d'entrega:	31/05/2019	Quantitat: 1
Observacions:	Format:	Escala:	Projecció:
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	DIN A4	1:2	
	Massa: 0.3 kg	Material: S235	

Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8

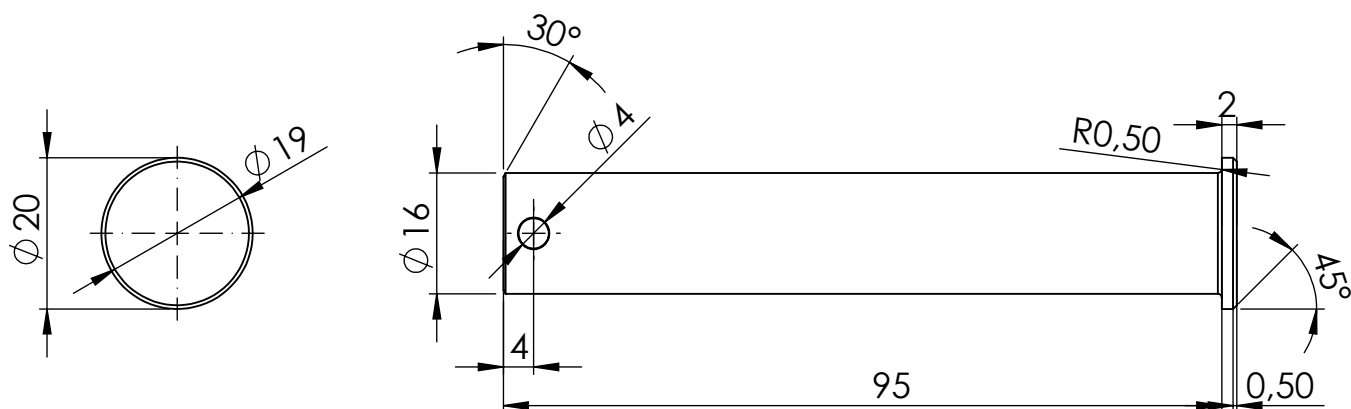
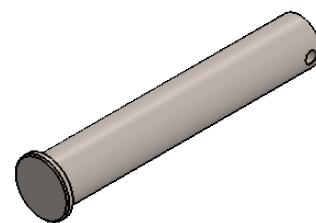


N10/ en tota la peça

Disseny del suport d'un seient autoinclinant	Peça: Barra posterior		Plànol n°:
Revisat: Domingo Santos	Data revisió:	01/06/2019	10
Dibuixat: Jordi Molina Mercadé	Data d'entrega:	31/05/2019	Quantitat: 1
Observacions: SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Format: DIN A4	Escala: 1:5	Projecció: 
	Massa: 2 kg	Material: S235	

Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



Disseny del suport d'un seient autoinclinant

Peça: Passador gran

Plànol n°:

Revisat: Domingo Santos

Data revisió:

01/06/2019

11

Dibuixat: Jordi Molina Mercadé

Data d'entrega:

31/05/2019

Quantitat: 1

Observacions:

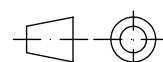
Format:

DIN A4

Escala:

1:1

Projecció:



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

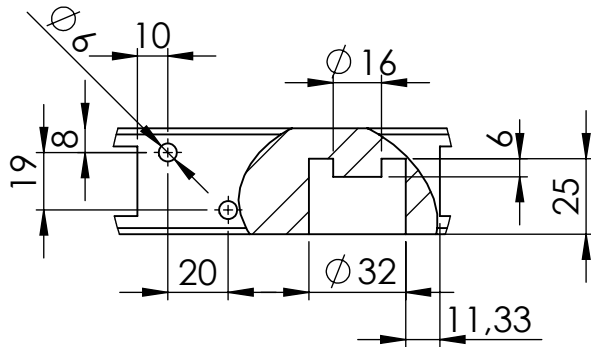


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

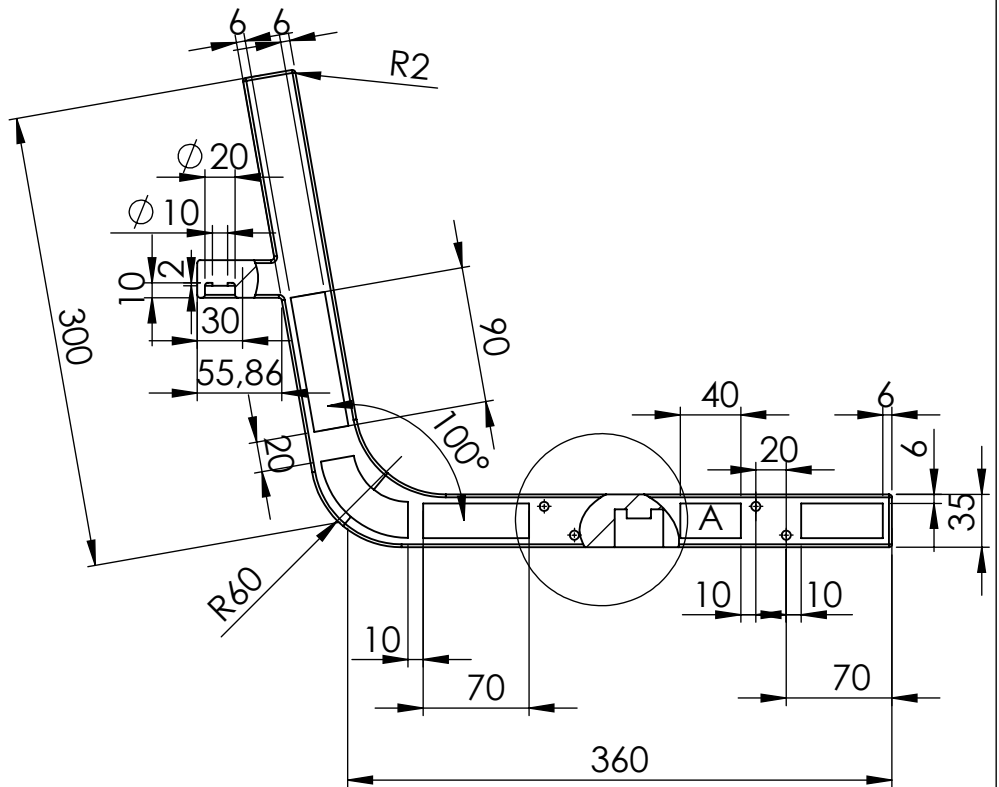
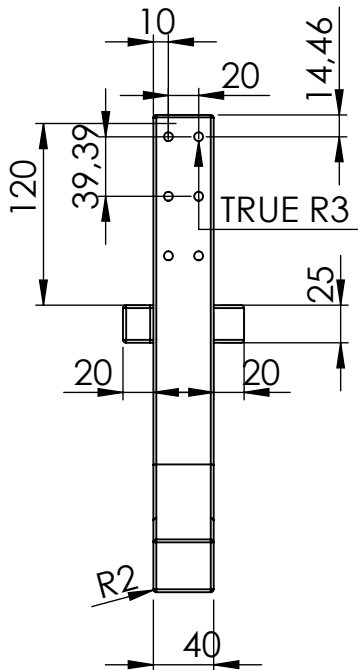
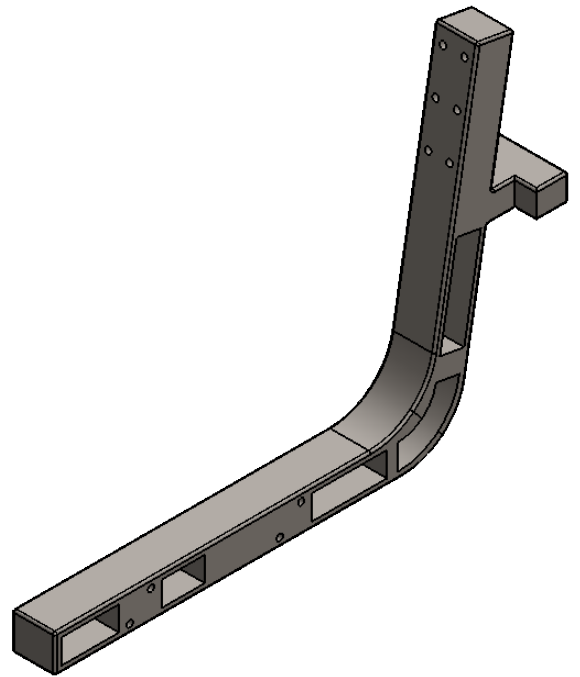
Massa: 0.16 Kg

Material: S235


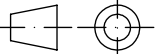
Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



DETAIL A
SCALE 2 : 5

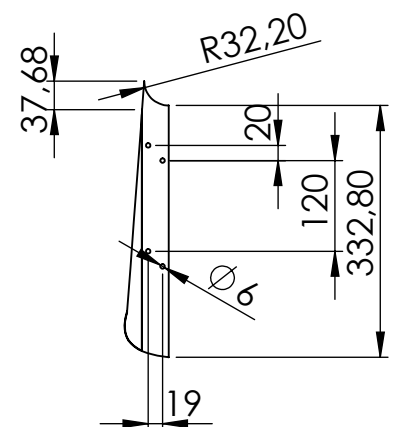
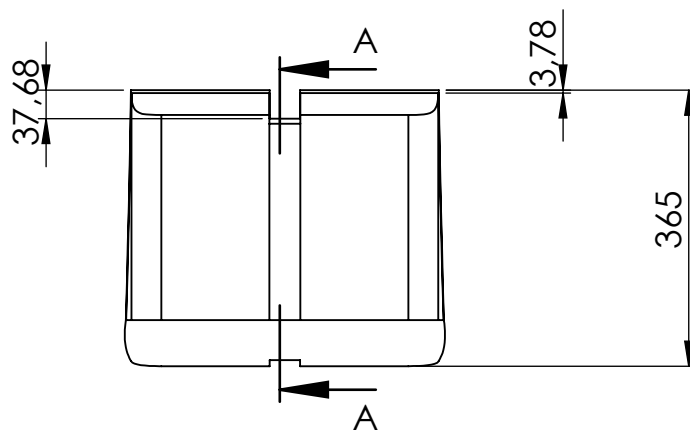
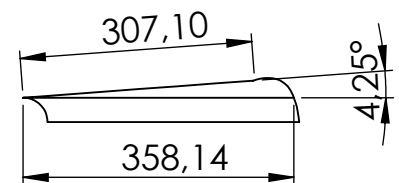
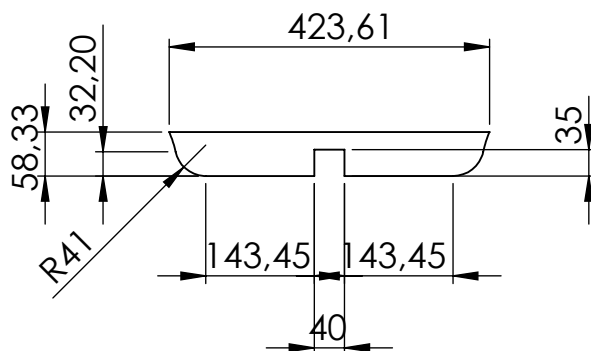
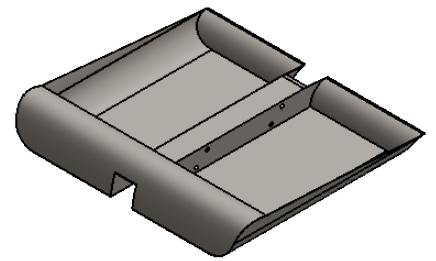


N10/  en tota la peça

Disseny del suport d'un seient autoinclinant		Peça: Barra unió parts		Plànol nº:
Revisat: Domingo Santos		Data revisió:	01/06/2019	12
Dibuixat: Jordi Molina Mercadé		Data d'entrega:	31/05/2019	Quantitat: 1
Observacions:		Format:	Escala:	Projecció:
<p>SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.</p>  <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH</p> <hr/> <p>Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</p>		DIN A4	1:5	
Massa: 5.3 Kg			Material: S235	


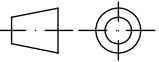
Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



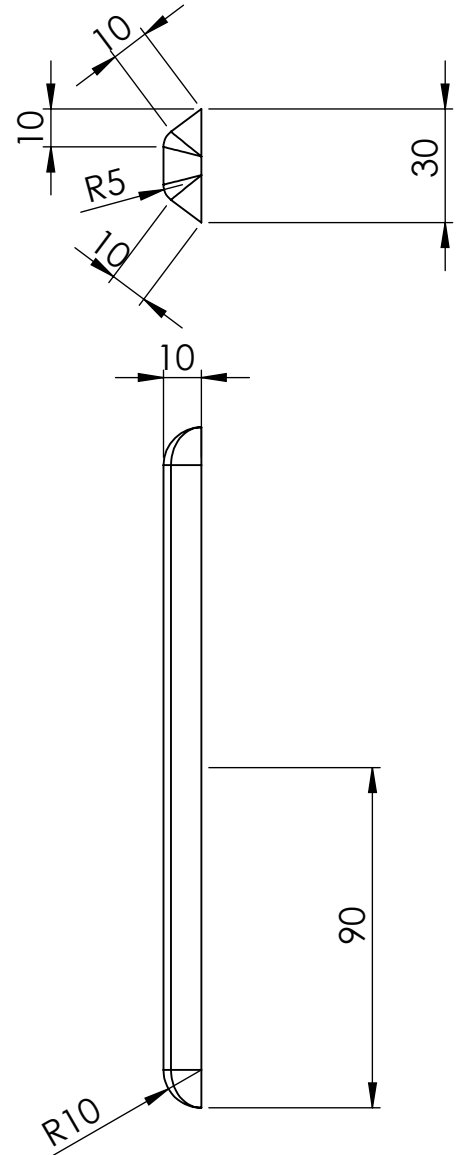
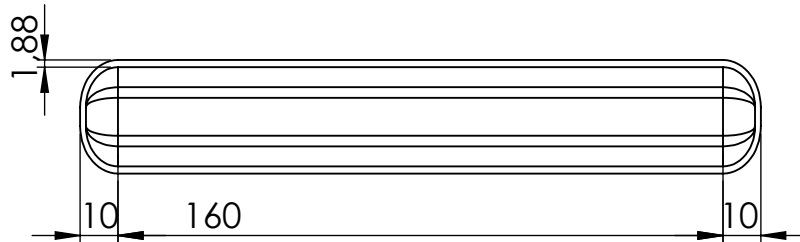
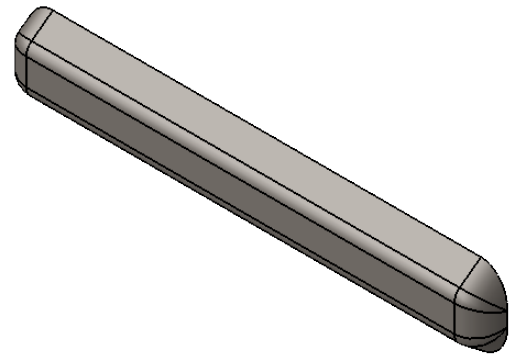
SECTION A-A

N10/ en tota la peça

Disseny del suport d'un seient autoinclinant	Peça: Cadira part inferior		Plànol n°:
Revisat: Domingo Santos	Data revisió:	01/06/2019	13
Dibuixat: Jordi Molina Mercadé	Data d'entrega:	31/05/2019	Quantitat: 1
Observacions:	Format:	Escala:	Projecció:
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	DIN A4	1:10	
	Massa: 0.92 Kg	Material: S235	

Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



N10/ en tota la peça

Disseny del suport d'un seient autoinclinant

Peça: Braços 90-170 mm

Plànol n°:

Revisat: Domingo Santos

Data revisió:

01/06/2019

14

Dibuixat: Jordi Molina Mercadé

Data d'entrega:

31/05/2019

Quantitat: 5

Observacions:

Format:

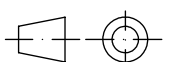
Escala:

Projecció:

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

DIN A4

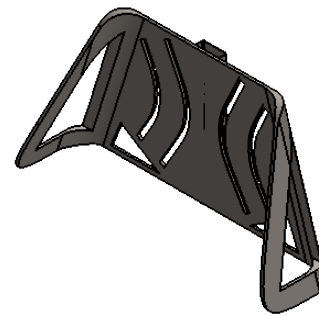
1:2



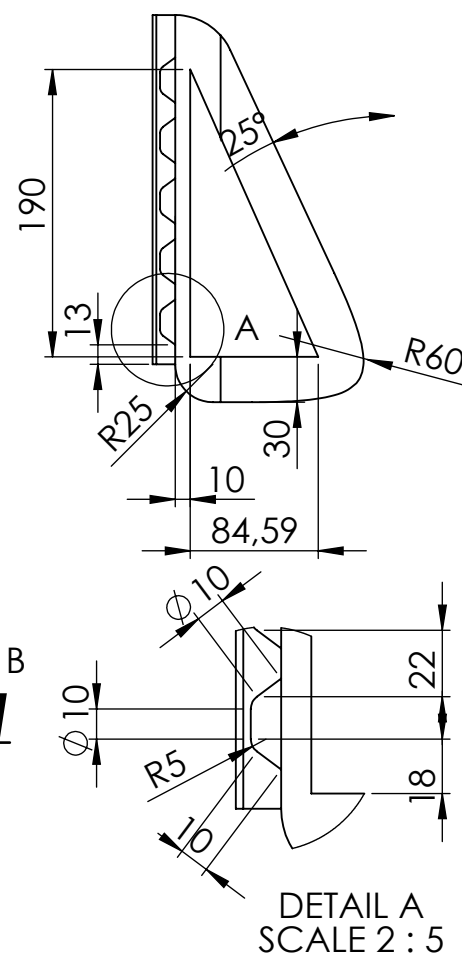
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

Massa: 0.077-0.15 Kg




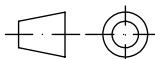
Material: S235

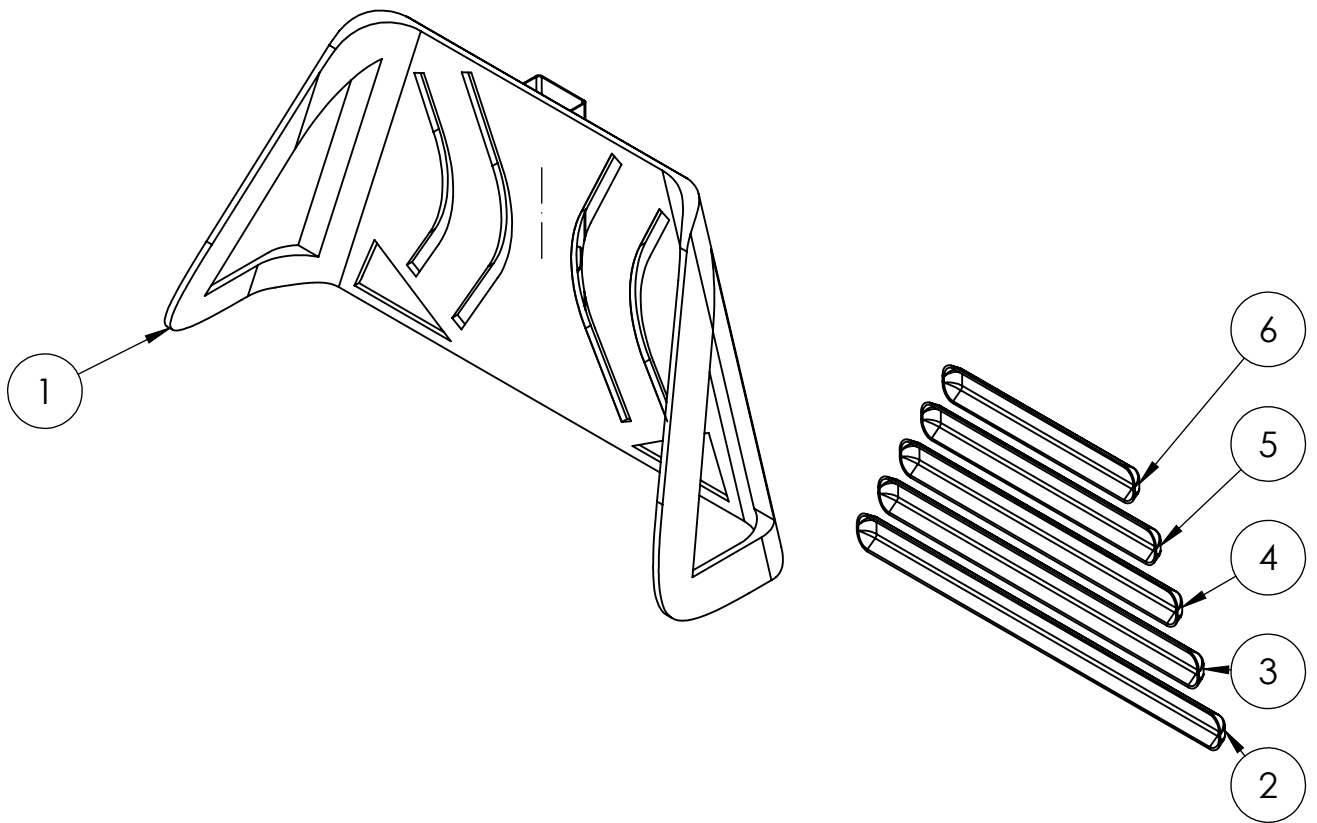


Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8


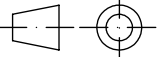


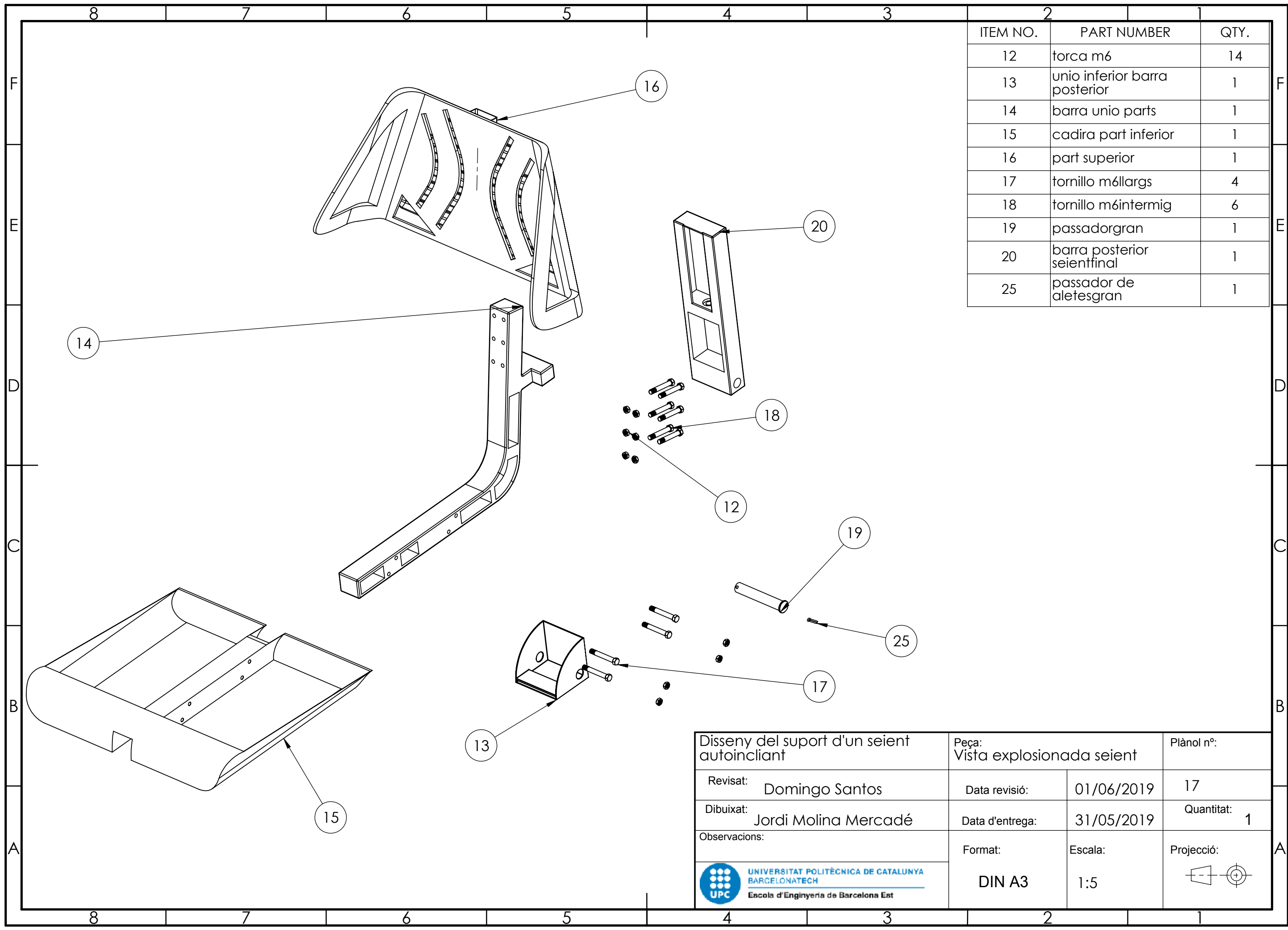
N10/  en tota la peça

Disseny del suport d'un seient autoinclinant		Peça: Cadira part superior		Plànol nº:
Revisat: Domingo Santos	Data revisió:	01/06/2019	15	
Dibuixat: Jordi Molina Mercadé	Data d'entrega:	31/05/2019	Quantitat: 1	
Observacions:   	Format: DIN A4	Escala: 1:5	Projecció: 	
	Massa: 4.4 kg		Material: S235	



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	cadira part superior	1
2	braç 170	1
3	braç 150	1
4	braç 130	1
5	braç 110	1
6	braç 90	1

Disseny del suport d'un seient autoinclinant		Peça: Vista explosionada part superior seient		Plànol n°:
Revisat: Domingo Santos	Data revisió:	01/06/2019	16	
Dibuixat: Jordi Molina Mercadé	Data d'entrega:	31/05/2019	Quantitat: 1	
Observacions: SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Format:	Escala:	Projecció:	
	DIN A4	1:5		
	Massa: 5.1 Kg		Material: S235	



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
12	torca m6	14
13	unio inferior barra posterior	1
14	barra unio parts	1
15	cadira part inferior	1
16	part superior	1
17	tornillo m6llargs	4
18	tornillo m6intermig	6
19	passadorgran	1
20	barra posterior seientfinal	1
25	passador de aletesgran	1

Disseny del suport d'un seient autoincliant		Peça: Vista explosionada seient		Plànol nº:
Revisat: Domingo Santos	Data revisió:	01/06/2019	17	Quantitat: 1
Dibuixat: Jordi Molina Mercadé	Data d'entrega:	31/05/2019		
Observacions:		Format: DIN A3	Escala: 1:5	Projecció:
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est				

